

Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava
Fakulta elektrotechniky a informatiky
Katedra elektroenergetiky

Vakuové stykače – průzkum trhu

Vacuum contactors – market researche

VŠB - Technická univerzita Ostrava
Fakulta elektrotechniky a informatiky
Katedra elektroenergetiky

Zadání bakalářské práce

Student: **Adam Neumann**
Studijní program: B2649 Elektrotechnika
Studijní obor: 3907R001 Elektroenergetika
Téma: **Vakuové stykače - průzkum trhu**
Vacuum contactors - market researche

Zásady pro vypracování:

Úvod

Princip činnosti stykačů obecně.

Popis vakuového stykače.

Průzkum trhu

Závěr - shrnutí dosažených poznatků

Seznam doporučené odborné literatury:

Firemní katalogy (Siemens, ABB, Eaton atd.)

WWW stránky výrobců vakuových stykačů

Havelka O. + Kol : Elektrické přístroje . SNTL,1985

Novotný V., Vávra Z.: Spínací přístroje a rozváděče na vysoké napětí. SNTL,1986


Helštýn D., Kačor P., Hytka Z.,:Elektrické přístroje spínací, ochranné a řídicí. Skripta VŠB-TU,2003

Formální náležitosti a rozsah bakalářské práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.


Vedoucí bakalářské práce: **Ing. David Helštýn**

Datum zadání: 30.11.2012

Datum odevzdání: 07.05.2013


prof. Ing. Stanislav Rusek, CSc.
vedoucí katedry

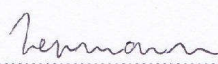



prof. RNDr. Václav Snášel, CSc.
děkan fakulty

Prohlášení studenta:

Prohlašuji, že jsem tuto diplomovou práci vypracoval samostatně. Uvedl a jsem všechny literární prameny a publikace, ze kterých jsem čerpal.

V Ostravě dne: 7.5.2013


.....
podpis studenta

Abstrakt:

Předmětem vypracování bakalářské práce jsou vakuové stykače z pohledu průzkumu trhu, seznámení s nabídkou sortimentu vakuových stykačů několika vybraných firem a srovnání sortimentu jak z ekonomického, tak i technického hlediska.

Dále se v bakalářské práci zabývám uvedením do problému spínání, stručným popisem elektrického spínacího přístroje, spínání ve vakuu, vznikem a zhášením oblouku ve vakuu, s funkcí a využitím stykačů obecně a obecným popisem vakuového stykače.

Klíčová slova:

Elektrický přístroj, spínání, elektrický oblouk, vakuum, zhášedlo, stykač, ABB, Siemens, Hansen Electric.

Abstract:

Aims of the diploma thesis are vacuum contactors from the view of the market research, familiarization with range of diversity of vacuum contactors made by particular companies and products comparison from the economic and technical aspect.

I also deal in diploma thesis with installation of switching operation, brief description of electrical switchgear, switching operation in vacuum, origin and extinguishment of electric arc in vacuum, function and use vacuum contactors generally and general description of vacuum contactors.

Key Words:

Electrical switchgear, switching operation, electric arc, vacuum, extinguisher, contactor, ABB, Siemens, Hansen Electric.

Seznam použitých symbolů a značek:

AC	střídavé napětí (proud)	[-]
Ag	stříbro	[-]
DC	stejnoseměrné napětí (proud)	[-]
Cr	chrom	[-]
Cu	měď	[-]
F	síla	[N]
FA	tepelná ochrana	[-]
I	proud	[A]
J	proudová hustota	[A.mm ²]
KM	stykač	[-]
L	fázový vodič	[-]
NN	nízké napětí	[-]
PEN	společný střední pracovní a ochranný vodič	[-]
PVC	polyvinylchlorid	[-]
SB	spínač	[-]
SF6	fluorid sírový	[-]
U	napětí	[V]
W	wolfram	[-]

Obsah:

1. Úvod:	8
2. Úvod do problematiky spínání	Chyba! Zázložka není definována.
2.1 Přehled základních částí spínacích přístrojů	9
Proudovodné části	9
Izolační části	9
Mechanismy	10
Zhášedla	10
Výzbroj	10
2.2 Elektrické kontakty	10
2.2.1 Typy kontaktních styků	10
Bodový styk	11
Přímkový styk	11
Plošný styk	11
2.2.2 Materiály kontaktů	11
Požadavky na materiály	11
2.3 Spínání ve vakuu	12
2.3.1 Oblouk ve vakuu	12
2.3.2 Materiály kontaktů pro vakuové spínače	13
2.3.3 Vakuová zhášedla	13
Vakuová zhášedla využívající radiální magnetické pole	14
Vakuová zhášedla využívající axiální magnetické pole	16
3. Stykače	17
3.1 Princip spínání stykače	17
3.1.1 Použití	19
Základní zapojení stykačů	19
3.2 Vakuové stykače	21
Konstrukce vakuového stykače	21
4. Průzkum trhu – vakuové stykače	23
4.1 Společnost ABB	23
4.1.1 Vakuové stykače V-Contact	23
Technické přednosti	23
Pracovní prostředí	24
Základní technické parametry	24
Varianty provedení	24
Konstrukční provedení	25
4.2 Společnost Siemens	26
4.2.1 Vakuové stykače 3TL6	26
Technické přednosti	27
Pracovní prostředí	27
Základní technické parametry	27
Varianty provedení	28
Konstrukční provedení	28
4.3 Společnost Hansen Elektrik	29
4.3.1 Vakuové stykače JCZ9-3,6/D400	29
Technické přednosti	29
Pracovní prostředí	30

Základní technické parametry	30
Varianty provedení.....	31
Konstrukční provedení	31
4.3.2 Vakuové stykače HR-VS4	32
Technické přednosti	32
Pracovní prostředí	32
Základní technické parametry	32
Varianty provedení.....	33
Konstrukční provedení	33
4.4 Srovnání sortimentu vakuových stykačů	34
Srovnání jmenovitých parametrů	34
Srovnání pracovního prostředí	35
5. Závěr:.....	36
Seznam použité literatury a zdrojů:	37
Seznam příloh:	38

1. Úvod

První návrhy na využití vakua ve spínací technice přišly již na přelomu devatenáctého a dvacátého století. Skutečná výroba vakuové spínací techniky však přišla až po druhé světové válce, kdy již byly známy technologie na vytvoření dostatečně kvalitního vakua, dokonalého utěsnění vakuových zhášedel a později také přišly nové technologie výroby kontaktních materiálů pomocí práškové metalurgie (slinutiny).

V současné době je vakuové spínací technice věnována značná pozornost. V nových instalacích v oblasti vysokých napětí se dnes výhradně používají vypínače SF₆ nebo právě vypínače vakuové.

Hlavní výhody vakuových stykačů a vypínačů spočívají ve vyloučení jakéhokoli vnějšího vlivu na spínání uvnitř vakuového zhášedla. Vakuová zhášedla mají velkou životnost, dokáží spínat velké proudy a dochází k mnohem menšímu opotřebení kontaktů než u vzduchových stykačů a spínačů obecně.

Následující práce se zabývá využitím vakuové spínací techniky ve stykačích – vakuovými stykači, v oblasti průzkumu trhu. Výsledkem práce je seznámení s nabídkou sortimentu vakuových stykačů několika vybraných firem a srovnání jejich produktů jak z hlediska technického, tak z hlediska ekonomického. Dále je cílem práce seznámení s funkcí a využití stykačů obecně a v neposlední řadě také seznámení s elektrickými přístroji a jejich hlavními částmi a nastínění problému spínání ve vakuu.

2. Úvod do problematiky spínání

Elektrické rozvodné sítě obsahují, mimo jiné, prvky pro spínání obvodů, jištění a ochraně proti poruchovým stavům a prvky zajišťující řízení a měření. Těmto prvkům říkáme elektrické přístroje. [1]

Elektrické přístroje plní v rozvodné síti tyto funkce: [1]

- Spojují a rozpojují elektrický obvod (spínají bez průchodu proudu, např. odpojovač)
- Zapínají a vypínají elektrický obvod (spínají při průchodu proudu, např. vypínač, stykač)
- Chrání elektrický obvod vůči důsledkům poruchových stavů (nejčastěji nadproudy a zkratů, např. pojistka, jistič)
- Řídí elektrický obvod (dosažení požadovaných stavů, např. regulátor, filtr)
- Chrání obsluhu před úrazem elektrickým proudem (např. chránič)

2.1 Přehled základních částí spínacích přístrojů

Největší skupinou elektrických přístrojů jsou spínací přístroje, jejichž úkolem je zapnutí a vypnutí elektrického obvodu. Mezi spínací přístroje patří např. odpojovače, výkonové spínače, stykače, atd. [1]

Spínací přístroje můžeme rozdělit na tyto konstrukční části: [1]

- proudovodné části
- izolační části
- mechanismus spínání
- zhášedla
- výzbroj

Proudovodné části

Proudovodné části přístroje tvoří veškeré díly, které zajišťují vedení elektrického proudu. Mezi tyto díly lze zařadit: [1]

- připojovací svorky
- spojovací části
- kontakty

V provozu mohou být namáhány dvěma způsoby: [1]

- tepelné namáhání (může být trvalé, způsobené průchodem provozních proudů a zvětšené působením zkratů).
- mechanické namáhání (může být způsobeno provozním spínáním – tahem pružin, nárazy kontaktů a elektrodynamickými silami – způsobením zkratů).

Izolační části

Izolační části slouží k upevnění a elektrické izolaci proudovodných částí přístrojů jak vůči zemi, tak vůči proudovodným drahám jiných fází. Zajišťují také vzájemnou elektrickou izolaci kontaktů ve vypnutém stavu. [1]

Rozeznáváme tyto typy izolačních materiálů:

- plynné (např. vzduch, SF₆)
- kapalné (např. olej)

- pevné (např. PVC)
- vakuum

Mechanismy

Mechanismus je zařízení sloužící k přemístění kontaktů z jedné polohy do druhé. Mechanismy mohou nabývat různých podob, od nejjednodušších, které se používají u nožových kontaktů nebo odpojovačů (izolační rukojeti, spínací tyče) až po složité ovládané dálkově nebo pomocí elektromotorů. Mechanismem můžeme také rozumět nosné rámy a konstrukce přístrojů. [1]

Zhášedla

Každý přístroj má svou vypínací schopnost. Je to krajní proud, který ještě přístroj dokáže vypnout a nazýváme ho jmenovitý vypínací proud přístroje. Zvýšení vypínací schopnosti dosáhneme jen pomocí zhášedel.

Zhášedlo je zařízení ve kterém na elektrický oblouk působíme vhodným způsobem tak, aby uhasl během maximálně několika málo milisekund, nejlépe během jedné. Zhášedel existují různá konstrukční provedení, jejich účelem intenzivní deionizace dráhy oblouku. [1]

Výzbroj

Také se můžeme setkat s názvem ověšení. O výzbroji (nebo též ověšení) hovoříme tehdy, můžeme-li přístroj fungovat bez tohoto zařízení.

Výzbroj obvykle nebývá u prostých přístrojů NN, ovládané ručně, ale setkáme se s ní až u dálkově ovládaných stykačů, jističů a vypínačů, kde výzbroj slouží k rozšíření jejich činnosti. [1]

Mezi výzbroj můžeme například zařadit: [1]

- pomocné signální kontakty
- dálkové spouště
- přímé nadproudové a podpět'ové spouště
- dálkové pohony
- kryty (např. nevýbušné)

2.2 Elektrické kontakty

Elektrické kontakty jsou nejdůležitější části elektrických spínacích přístrojů. Kontakt je kovová část, ve které dochází ke spínání elektrických obvodů. Část kontaktu se při vypínání opaluje působením elektrického oblouku, který na kontaktech vzniká při přerušování elektrického obvodu. Kontakt je považován za nejporuchovější část elektrického přístroje. Při styku kontaktů prochází elektrický proud z jedné části kontaktu do druhé. Styk však neprobíhá po celé ploše, ale jen v několika malých ploškách, tím je průchod proudu omezen a projevuje se jako přechodový odpor kontaktů. Velikost přechodového odporu závisí na kvalitě povrchu styčných ploch kontaktů a na síle, kterou jsou kontakty vzájemně přitlačovány. Dále závisí na vodivosti povrchu styčných ploch, jelikož na povrchu kovů vzniká vrstva oxidů, která může být polovodivá až nevodivá. [1]

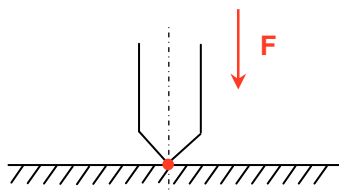
2.2.1 Typy kontaktních styků

Přestože se elektrické kontakty vyrábějí mnoha tvarů a provedení, vlastní kontaktní styk je trojího typu:

- bodový styk
- přímkový styk
- plošný styk

Bodový styk

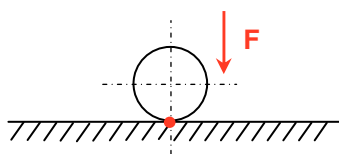
Bodový styk tvoří dotek pohyblivého kontaktu ve tvaru koule a pevného rovinného kontaktu. Tento typ styku vykazuje velký kontaktní tlak při malých přitlačných silách, je však nestabilní (kontakty se rychle vymačkají).



Obr. 1 – Bodový styk

Přímkový styk

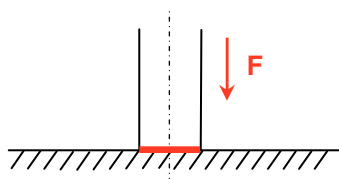
Přímkový styk tvoří dotek pohyblivého kontaktu ve tvaru válce a pevného rovinného kontaktu. Tento typ styku je stabilní a při relativně malých přitlačných silách vykazuje dostatečný kontaktní tlak.



Obr. 2 – Přímkový styk

Plošný styk

Plošný styk tvoří dotek pohyblivého kontaktu plošného tvaru a pevného rovinného kontaktu. Tento typ styku vyžaduje pro vytvoření dostatečného kontaktního tlaku značné kontaktní síly.



Obr. 3 – Plošný styk

2.2.2 Materiály kontaktů

Kontakty se vyrábějí buď z čistých prvků, slitin kovů nebo slinutin (materiály vzniklé pomocí technologie práškové metalurgie). Nejčastěji používanými materiály kontaktů jsou slitiny mědi. Ve vakuových spínačích pak slinutiny.

Požadavky na materiály

Požadavky na materiály elektrických kontaktů jsou následující:

- nízký elektrický odpor

- vysoká teplotní vodivost
- dostatečně vysoká teplota tání
- chemická stálost

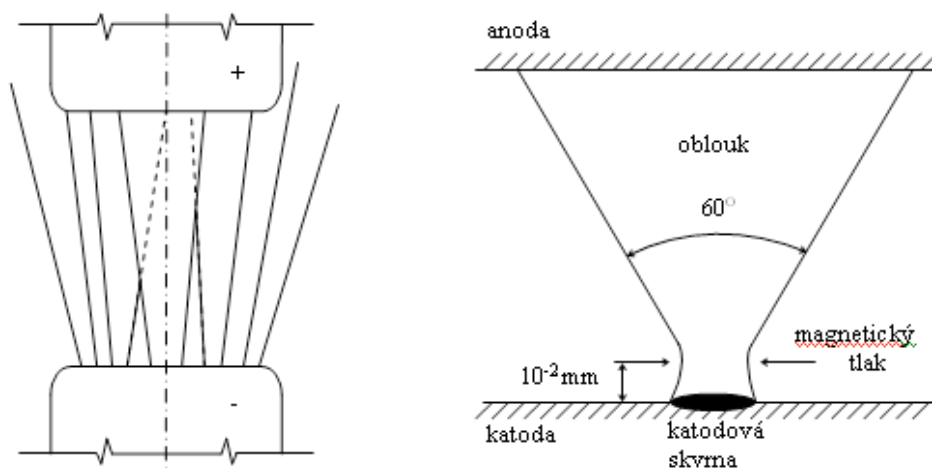
2.3 Spínání ve vakuu

První patent, udělený za vynález vakuového spínače, byl udělen již na konci devatenáctého století. Tato myšlenka však značně předběhla svou dobu. Ve své době neexistovaly technologie pro zajištění dostatečného vakua, pro získání dokonale odplyněných kontaktních materiálů a také byl problém se vzduchotěsností spojů. [1]

Rozvoj výroby vakuových spínačů (a vakuových zážehadel obecně) se dá datovat do šedesátých let dvacátého století. V současné době je vakuovým spínačům věnována značná pozornost a v průmyslu mají své nezastupitelné místo. Mezi jejich největší výhody patří minimální opotřebení, malé rozměry a v neposlední řadě možnost použití v extrémních podmínkách, zvláště pak ve výbušných prostorech.

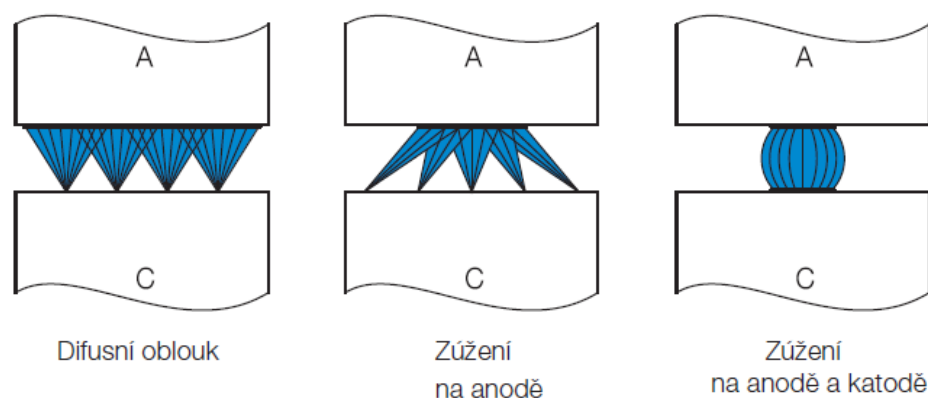
2.3.1 Oblouk ve vakuu

Ve vakuu je možno dosáhnout dvou typů elektrického oblouku, oblouk difúzní a oblouk vysokotlaký (též kontaktní). Oblouk ve vakuu vzniká působením par kovů, které vzniknou odpařením kontaktů a je emitován z katodové skvrny s vysokou teplotou. [1]



Obr. 4 – Oblouk ve vakuu [1]

Difúzní oblouk je omezen velikostí protékajícího proudu. Po překročení určité velikosti proudu, cca 10kA, se plazma oblouku začne přesouvat směrem k anodě, anoda se zahřívá a vzniká anodová skvrna. Tím z oblouku difúzního vznikne oblouk kontaktní, který při průchodu přirozenou nulou nezanikne, z anody se stane katoda a tím vzniknou podmínky pro další hoření oblouku. [1]



Obr. 5 – Přechod oblouku difusního na oblouk kontaktní [2]

2.3.2 Materiály kontaktů pro vakuové spínače

První pokusy o vytvoření vakuového spínače využívaly čistě měděné kontakty. Použití čisté mědi však z důvodu velice obtížného odplynění nebylo příliš vhodným řešením. Často se stávalo, že z důvodu špatného odvodu tepla do okolí, docházelo k měknutí, deformaci a případně i k bodovému svaření měděných kontaktů bez přispění oblouku. Odvod tepla zde probíhá pouze zářením. [1]

Z důvodu problému s použitou mědí se začalo experimentovat s jinými tepelně odolnějšími, vysokotavitelnými kovy, jako je molybden a wolfram. Tyto materiály se také dobře odplyňují. Objevily se však jiné potíže, např. při aplikaci wolframu dochází k usekávání proudu již při hodnotě 100A. [1]

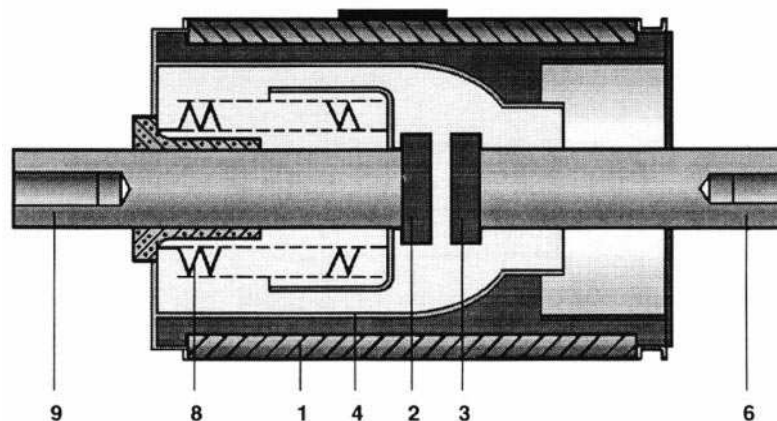
Materiály, které spojují dobré elektrické vlastnosti, dobrou schopnost vypínání a odolnost proti svaření bylo možné vyrobit až s příchodem technologie práškové metalurgie. Mezi hlavní používané materiály patří: [1]

- WCu – spínací aplikace, ovládání vysokonapěťových kondenzátorů
- WCAg – stykače
- CuCr – vypínače

2.3.3 Vakuová zhášedla

Konstrukční řešení vakuového zhášedla je na obr.6. Vakuové zhášedla se skládají keramického pouzdra v němž je umístěn pohyblivý a pevný kontakt. Trubkovité kovové stínění obklopuje kontakty a slouží ke kondenzaci kovových par, vytvořených elektrickým obloukem. Pevná a pohyblivá svorka, vystupuje na koncích zhášedla a slouží jako prodloužení kontaktů. Pohyblivý kontakt je ovládán z vnější strany pohonem, který je realizován tlakovzdušným, pneumatickým nebo magnetickým mechanismem. Vakuová těsnost díku pohyblivé svorky je zajištěna kovovým vlnovcem. [1] [2]

- 1 – keramické pouzdro
- 2 – pohyblivý kontakt
- 3 – pevný kontakt
- 4 – kovové stínění
- 6 – pevná svorka
- 8 – kovový vlnovec
- 9 – pohyblivá svorka



Obr. 6 – Schematický řez vakuového zhášedla [2]

Pro úspěšné vypnutí oblouku musíme vyřešit dva hlavní problémy. Nejzávažnějším je utržení oblouku před průchodem nulou, které je způsobeno tím, že se při určitém minimálním napětí neodpaří dostatek par kovů, ve kterých oblouk již nemůže hořet a zanikne před průchodem nulou. To má za následek velké přepětí v obvodu. Tento problém se řeší vhodným použitím materiálů kontaktů, kdy se do základního materiálu přimísí materiál, který podpoří emisi par kovů, nebo změnou tvaru kontaktů tak, aby se zmenšil odvod tepla z katody. [1]

Dalším problémem je docílení zhasnutí oblouku při průchodu nulou. Tomu lze předejít vytvořením magnetického pole, které působí na oblouk tak, aby se anodová skvrna neohřála natolik, že se s ní po průchodu nulou stane skvrna katodová. Existují dva typy magnetického pole, radiální a axiální. Vhodnost použití vakuového zhášedla využívajícího radiálního nebo axiálního závisí na jeho použití (viz. Tabulka 1). [1]

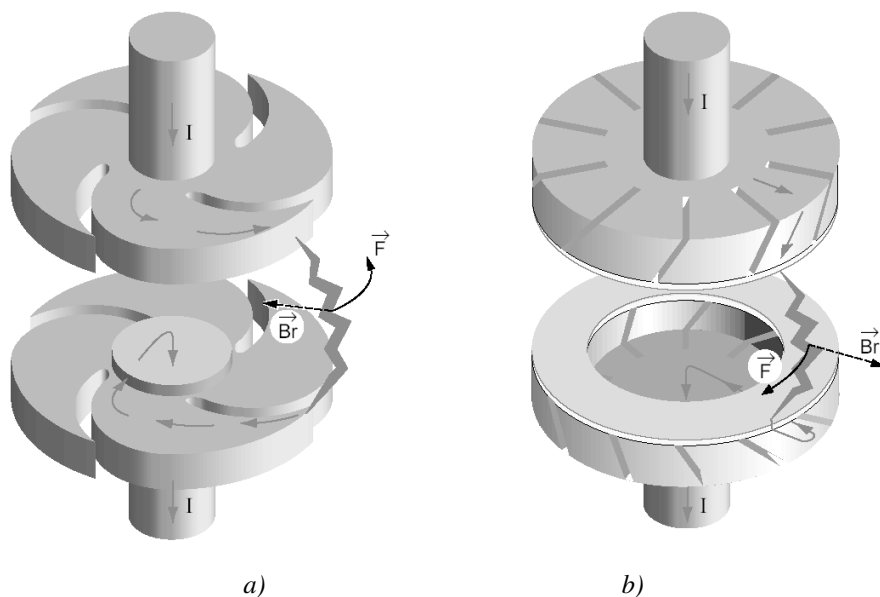
Tabulka 1 – Vhodnost použití zhášedla využívajícího radiální a axiální magnetického pole

Použití:	radiální mag. pole	axiální mag. pole
Vysoký průchozí proud	velmi dobrá	průměrná
Vysoká napěťová zatížitelnost	průměrná	velmi dobrá
Elektrická odolnost	průměrná	velmi dobrá
Vypínací schopnost	dobrá	dobrá

Vakuová zhášedla využívající radiální magnetické pole

Radial magnetic field – RMF

Konstrukce generující radiální magnetické pole patří mezi nejstarší typy vakuových zhášedel využívající k zhasnutí oblouku magnetické pole. Jejich největší výhodou je konstrukční jednoduchost. Vlivem vzájemného působení vnějšího magnetického pole vytvořeného proudem protékajícím kontakty a magnetického pole oblouku vznikají elektrodynamické síly, které uvádějí oblouk do rotace po kontaktech, čímž se zmenší eroze kontaktů a zlepší se vypínací schopnost. Nejpoužívanější jsou dva typy kontaktů, kontakt spirálový (obr. 7a) a kontakt se zářezy (obr. 7b). [1]



Obr. 7 – Kontakty generující radiální magnetické pole [1]

Spirálový kontakt má kruhový tvar s mírnou kuželovitostí od čelního styku k okrajům, nebo je na něm vytvořen kruhový výstupek tak, aby se okraje kontaktů nedotýkaly. V oblasti malých proudů hoří oblouk difúzního charakteru v několika katodových skvrnách, které se pohybují po centrální části kontaktu. Pokud se dostanou na okraj kontaktu, zaniknou a zbylé skvrny se začnou dělit tak, aby byl zachován poměr počtu skvrn k velikosti proudu. Při průchodu velkých proudů pracuje tento kontakt s vysokotlakým obloukem, který vlivem působení radiálního magnetického pole začne rotovat a posunovat se směrem k okrajům kontaktů, kde má oblouk horší podmínky pro hoření. Při poklesu proudu k nule oblouk přejde do difúzního tvaru a v nule proudu zanikne. [1]

Na kontaktu se zářezy hoří oblouk ve formě paralelních oblouků difúzního charakteru po obvodu kontaktu. Důsledkem radiálního magnetického pole tyto oblouky rotují, přičemž vysoká rychlost rotace nedovoluje na anodě vytvoření anodových skvrn. Tento typ kontaktů je náchylnější na výběr materiálů a vyžaduje vhodný návrh šířky a sklonu zářezů. [1]



Obr. 8 – Příklad zhášedla využívající radiální magnetické pole (Siemens) [3]

Vakuová zhášedla využívající axiální magnetické pole

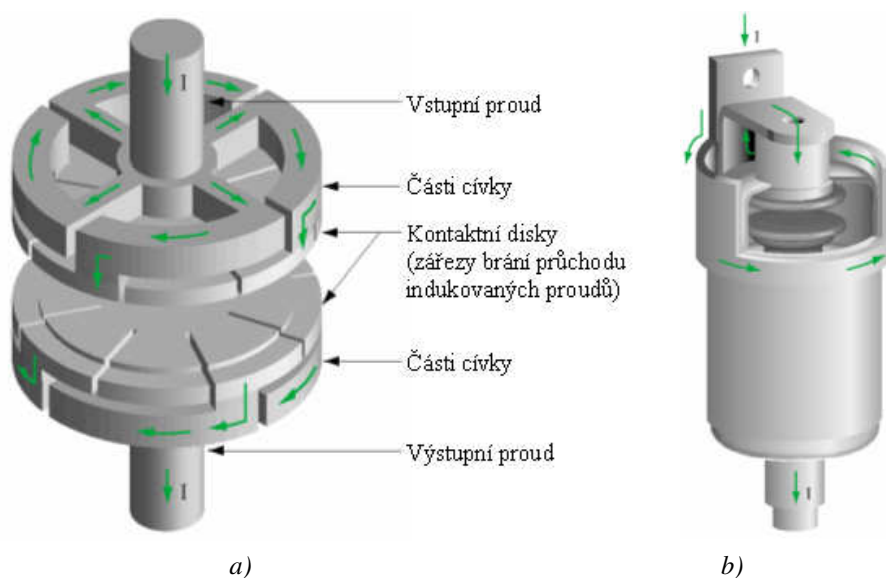
Axial magnetic field – AMF

Účinkem axiálního magnetického pole si oblouk zachovává difúzní charakter, i když se katodové skvrny nepohybují. Oblouk nabývá tvaru složeného z paralelních difúzních oblouků, které hoří jen při minimálním napětí (cca 42-52 V). Tento oblouk již neprodukuje dostatečnou energii k vytvoření anodové skvrny. [1]

Pro zachování oblouku v difúzní formě je důležité splnit tyto dvě podmínky: [1]

- indukce působící v axiálním směru musí být dostatečně velká
- proudová hustota nesmí překročit $17 \text{ A} \cdot \text{mm}^{-2}$

Axiální magnetické pole vytváříme s pomocí proudu, který má být vypnut a to dvěma způsoby, použitím cívek začleněných v kontaktu (obr. 9a) nebo použitím externí cívky obklopující zhášedlo (obr. 9b). [1]

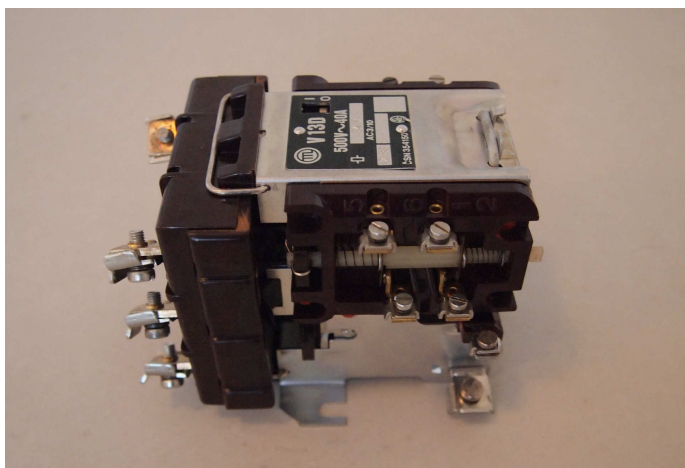


Obr. 9 – Konstrukce axiálních vakuových zhášedel [1]

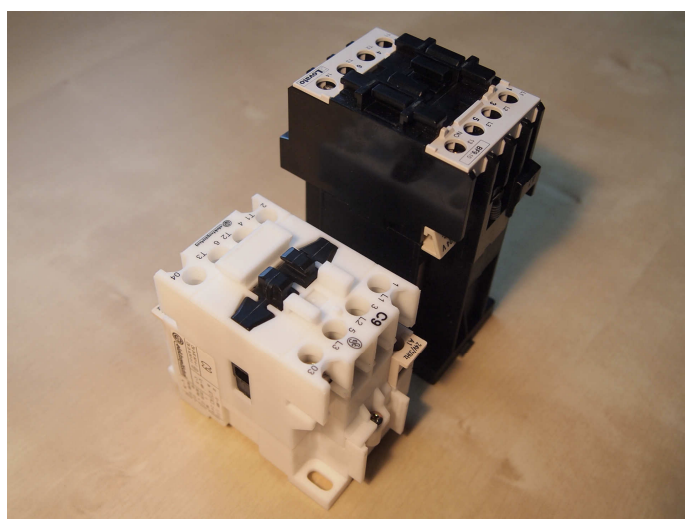
Zařazením cívky se zvětší celkový odpor kontaktů, proto jejich použití není vhodné pro velké průchozí proudy. Oproti zhášedlům využívajících radiálního magnetického pole mají kulatější kontakty, čímž méně ovlivňují izolační pevnost zhášedla a jsou vhodné pro spínání vysokých napětí. [1]

3. Stykače

Stykač je dálkově ovládaný elektrický přístroj, určený k častému spínání a vypínání provozních proudů, s jednou stabilní polohou, zpravidla vypnuto. Provozními proudy rozumíme jak proudy jmenovité, tak i proudy v oblasti provozních nadproudů. Zapínací proudy u střídavých obvodů bývají obvykle 6 až 12krát větší, než proudy jmenovité, vypínací pak 6 až 10krát větší. U stejnosměrných obvodů bývá zapínací i vypínací proud v rozmezí 2 až 5-ti násobku proudu jmenovitého. Stykače nejsou určeny k vypínání zkratových proudů, k tomuto účelu musí být předřazeny jističem. [1]



Obr. 10 – Příklad provedení stykače (Elektropřístroj; 500V/40A)



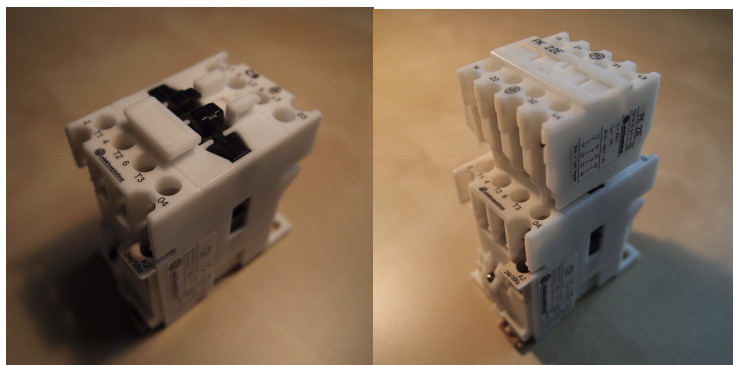
Obr. 11 – Různá provedení stykačů (vlevo Elektropřístroj, vpravo Lovato)

Dle zhašecího media známe tři typy stykačů: Vzduchový, olejový a vakuový. Nejpoužívanějším typem je vzduchový a vakuový pro spínání velkých výkonů a aplikací vyžadující bezporuchový chod. Od olejového se v současné době ustupuje.

3.1 Princip spínání stykače

Konstrukční provedení stykače se skládá ze tří částí: Hlavní kontakty, ovládací mechanismus a pomocné kontakty, přičemž přítomnost pomocných kontaktů nebývá vždy pravidlem. Stykače mají

jednu výchozí polohu, do druhé polohy se kontakty dostanou působením ovládacího mechanismu. Ovládací mechanismy mohou být: Vačkový, pneumatický a nejčastěji používaný elektromagnetický



a)

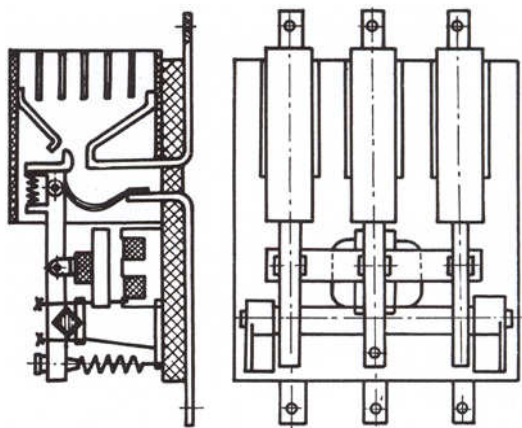
b)

Obr. 12 – Stykač Elektropřístroj (a – samotný stykač; b – stykač s jednotkou pomocných kontaktů)

Dle konstrukčního řešení kontaktů rozeznáváme dva typy vzduchových stykačů: [1]

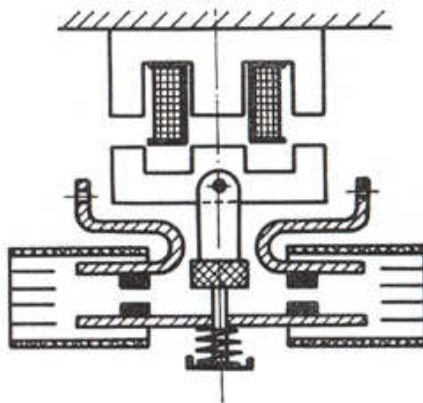
- pákový
- suvný

Princip pákového provedení stykače je znázorněn na obr. 13), kde je pevný kontakt vyveden na horní svorku a pohyblivý přes pohyblivý vodič na spodní. Kontakty jsou umístěné v zhášecí komoře kde jsou sepnuty pomocí elektromagnetu. Po vypnutí jsou kontakty uvedeny do výchozí polohy pomocí soustavy vypínacích pružin. Tento typ stykače je vhodný jak pro spínání stejnosměrných obvodů, tak i střídavých, přičemž při spínání stejnosměrných musí mít stykač vyfukovací cívku. [1]

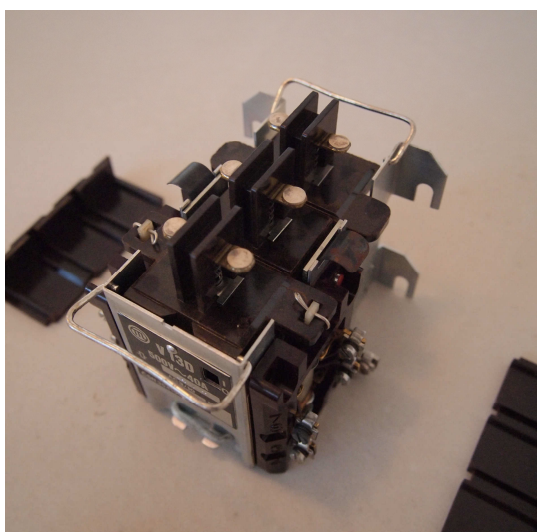


Obr. 13 – Pákové provedení mechanismu stykače [1]

Druhé provedení stykače, suvné, je znázorněno na obr. 14). Kontakty jsou zde můstkové s dvojnásobným rozpojením. V případě vertikálního uspořádání dojde k vypnutí kontaktů odpadnutím kotvy vlastní vahou, nebo, v případě jiného uspořádání, pomocí vypínací pružiny. Suvné stykače nepoužívají vyfukovací cívky, nejsou tedy vhodné k vypínání stejnosměrných proudů. [1]



Obr. 14 - Suvné provedení mechanismu stykače [1]



Obr. 15 – Příklad suvných kontaktů stykače (Elektropřístroj)

3.1.1 Použití

Možnosti použití stykačů jsou velmi všestranné. Používají se pro časté spínání obvodů, kdy počet spínacích cyklů za hodinu může dosáhnout až několik set. Nejčastějším použitím stykačů je spouštění a ovládání pohonů. Stykače není vhodné využít pro dlouhodobé sepnutí obvodů, z důvodu vlastní spotřeby ovládací cívky.

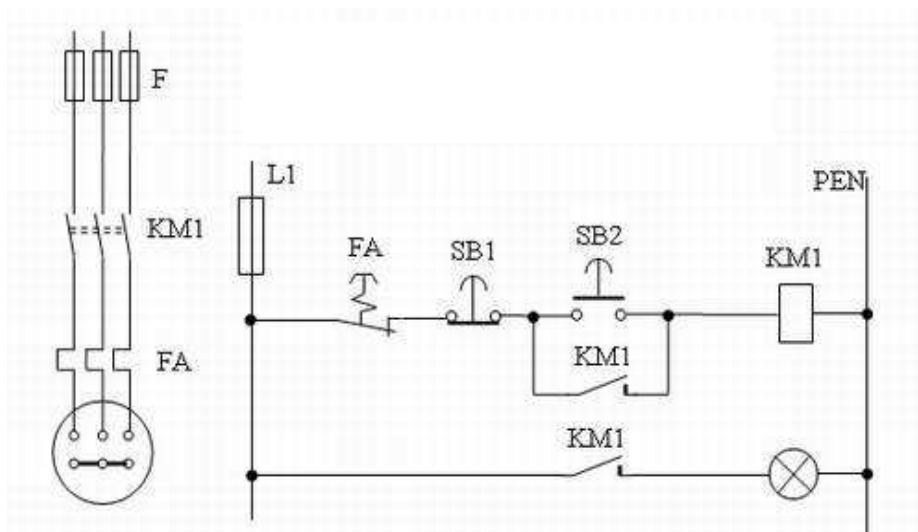
Kategorie použití: [5]

- AC1 – neinduktivní nebo mírně induktivní zátěže, odporové pece
- AC2 – kroužkové motory: spouštění, vypínání
- AC3 – motory s kotvou nakrátko: spouštění, vypínání motorů v chodu
- AC4 – motory s kotvou nakrátko: spouštění, reverzace, krátkodobý chod

Základní zapojení stykačů

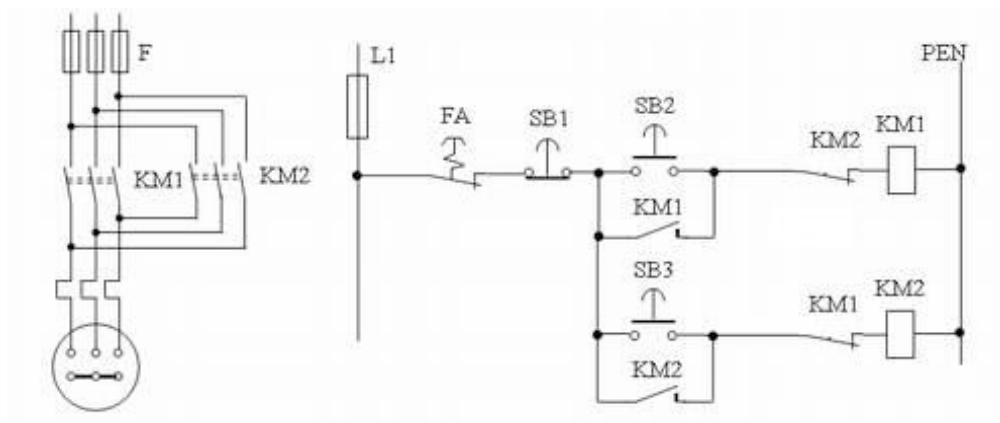
Vhodným pospojováním více stykačů a jejich pomocných kontaktů docílíme ovládání pohonů, např. reverzace chodu, přepínání hvězda-trojúhelník, atd.

Přímé připojení motoru:



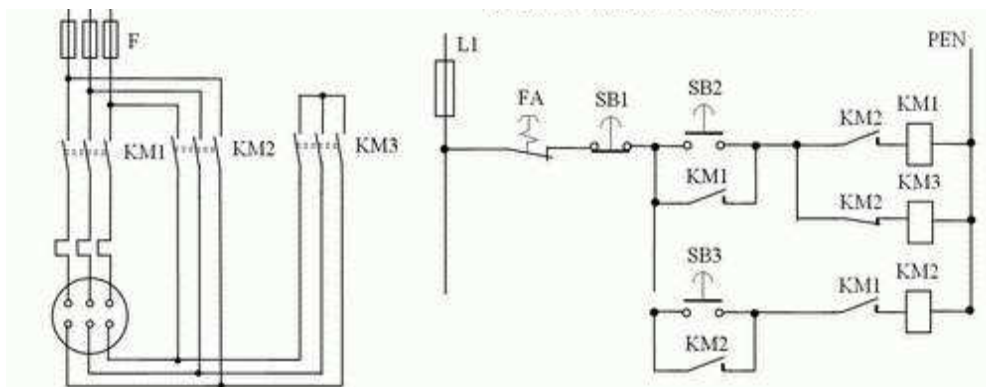
Obr. 16 – Přímé připojení motoru [6]

Reverzace motoru:



Obr. 17 – Reverzace motoru [6]

Přepínač hvězda – trojúhelník:



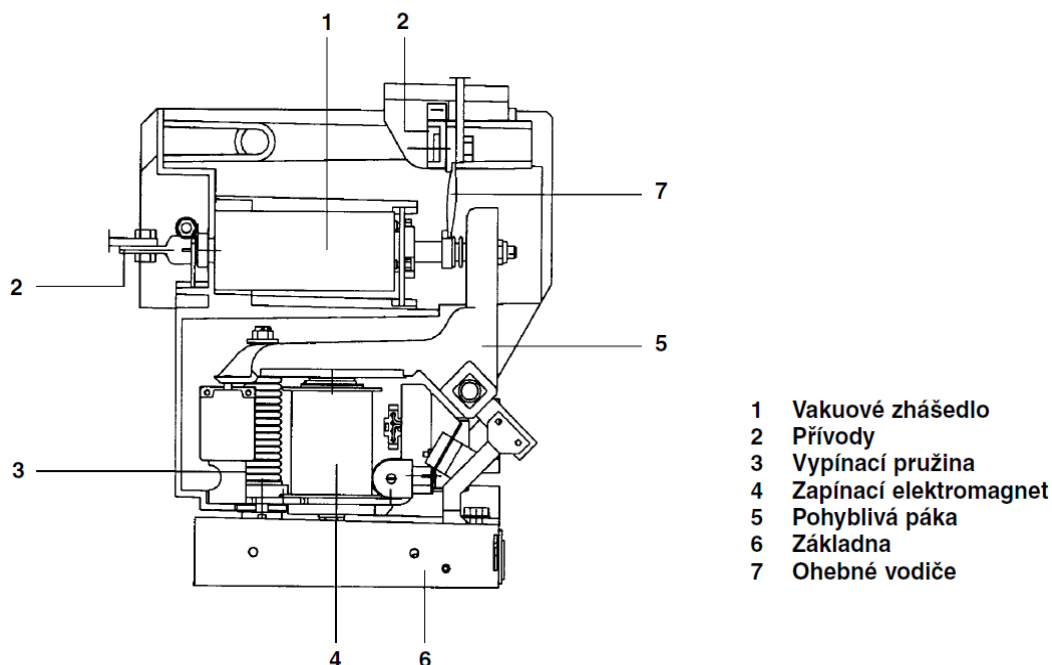
Obr. 18 – Přepínač hvězda – trojúhelník [6]

3.2 Vakuové stykače

Pro své nezastupitelné vlastnosti si vakuové stykače v průmyslu našly svou nenahraditelnou roli. Jejich největší výhody jsou především v možnostech vypnutí vysokých výkonů (v řádech MW), v dlouhé životnosti, v možnosti použití v extrémních podmínkách a v neposlední řadě jejich snadná údržba. V podstatě lze vakuové stykače využít ve všech aplikacích, kde používáme stykače vzduchové pro střídavé napětí. V praxi se ale pro svou vysokou cenu využívají výhradně jen v provozech, kde je vyžadován bezporuchový provoz a při použití v nebezpečných prostředích s velkou prašností a rizikem výbuchu. (např. hlubinné doly)

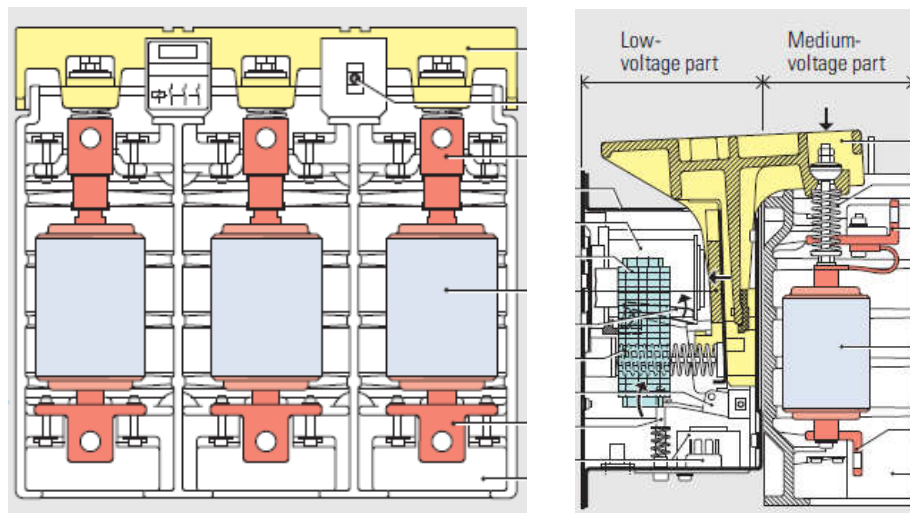
Konstrukce vakuového stykače

Princip spínání vakuových stykačů spočívá v použití vakuového zhášedla, na nějž prostřednictvím pohyblivé páky působí zapínací elektromagnet. Po přestání působení zapínacího elektromagnetu, vrátí vypínací pružina, přes pohyblivou páku, kontakty zpět do polohy vypnuto.

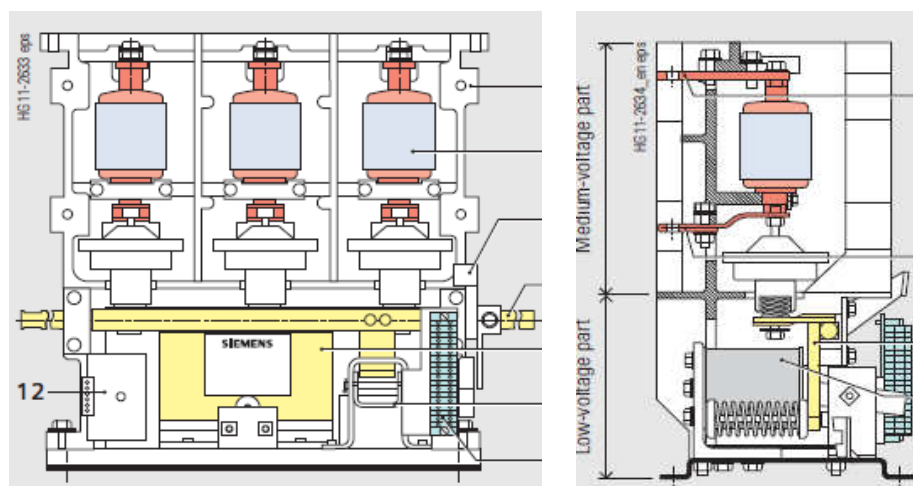


Obr. 19 – Konstrukce vakuového stykače [2]

Známe dva způsoby konstrukčního uspořádání vakuových stykačů. Prvním uspořádáním je uspořádání vysokonapěťové a nízkonapěťové části za sebou a druhým je uspořádání nad sebou. Vysokonapěťovou část tvoří hlavní přívodní svorky a vakuové zhášedlo. Všechny komponenty potřebné k provozu vakuového stykače, např. pohonu, zavírání západky a řídicí jednotka, tvoří nízkonapěťovou část. [3]



Obr. 20 – Uspořádání vysokonapěťové a nízkonapěťové části za sebou (Siemens 3TL6) [3]



Obr. 21 – Uspořádání vysokonapěťové a nízkonapěťové části nad sebou (Siemens 3TL8) [3]

4. Průzkum trhu – vakuové stykače

Výrobci vakuových stykačů je celá řada. Jako příklad uvedu dvě přední světové společnosti s širokým výrobním programem: ABB s.r.o a Siemens s.r.o. a společnost, zabývající se převážně výrobou a dodávkou elektrických zařízení pro důlní činnost: Hansen Elektrik spol. s.r.o.

4.1 Společnost ABB

Firma ABB patří mezi přední světové společnosti vyvíjející techniku pro automatizaci a energetiku. V České republice působí prostřednictvím svých výrobků již od roku 1970.

Vlajkovou lodí vakuových stykačů společnosti ABB je typ V-Contact SVC, jenž dokáže spínat až do jmenovitého napětí 12kV a proudu 400A. Vakuových stykačů typu V-Contact se vyrábějí dva typy, sloužící pro spínání jmenovitého napětí od 7,2kV a proudu 400A až po jmenovité napětí 12kV a proudu 400A.

4.1.1 Vakuové stykače V-Contact

Vakuové stykače typu V-Contact jsou přístroje určené pro spínání střídavého proudu a pro velký počet spínacích cyklů. Jsou určeny pro ovládání elektrických strojů v průmyslu. Při vybavení vhodnými pojistkami se mohou použít pro zkratový vypínací výkon sítě do 1000 MVA. [2]



Obr. 22 – Vakuový stykač V-Contact [2]

Technické přednosti [2]

- hodnota utrženého proudu menší než 0,5 A
- bezúdržbový provoz
- velká četnost spínání
- velká elektrická a mechanická trvanlivost
- přímá kontrola opotřebení kontaktu
- dálkové ovládání
- možnost integrace do počítačového řídicího systému
- vhodnost instalace do prefabrikovaných rozvodů a rozváděčů

- multinapěťový napáječ ovládacího magnetu

Pracovní prostředí

Tabulka 2 – Pracovní prostředí V-Contact

Teplota okolí	-5°C až +40°C
Relativní vlhkost při 20°C	max. 95%
Nadmořská výška	max. 2100m

Základní technické parametry

Tabulka 3 – Základní technické parametry V-Contact

Typ:		V7	V12
Jmenovité napětí		7,2kV	12kV
Zkušební výdržné napětí		23kV	28kV
Počet pólů		3	
Jmenovitý pracovní proud		400A	
Jmenovitá krátkodobý proud (1 s)		6kA	
Jmenovitý dynamický proud		15kA	
Jmenovitá vypínací schopnost		6kV	4kV
Jmenovitá zapínací schopnost		15kV	8kV
Třída přerušovaného provozu		900 cyklů/hod.	
Mechanická trvanlivost		1·10 ⁶ cyklů	
Elektrická trvanlivost:	AC3	1·10 ⁵ cyklů	
	AC4	1·10 ⁵ cyklů	
	Při jmenovitém proudu	1·10 ⁶ cyklů	
Zapínací čas		20-30s	
Vypínací čas		20-30s	

Varianty provedení

Stykače typu V-Contact jsou standardně vybaveny elektrickou západkou a jsou k dispozici pro jmenovitá napětí 7,2 kV (V7) a 12 kV (V12) v následujících provedeních: [2]

- pro pevnou montáž
- výsuvné

Výsuvná provedení se v podstatě skládají z pevného provedení stykače namontovaného na výsuvném podvozku, který je navržen i pro montáž pojistek. [2]

Stykače se mohou zapojit s následujícími pojistkami: [2]

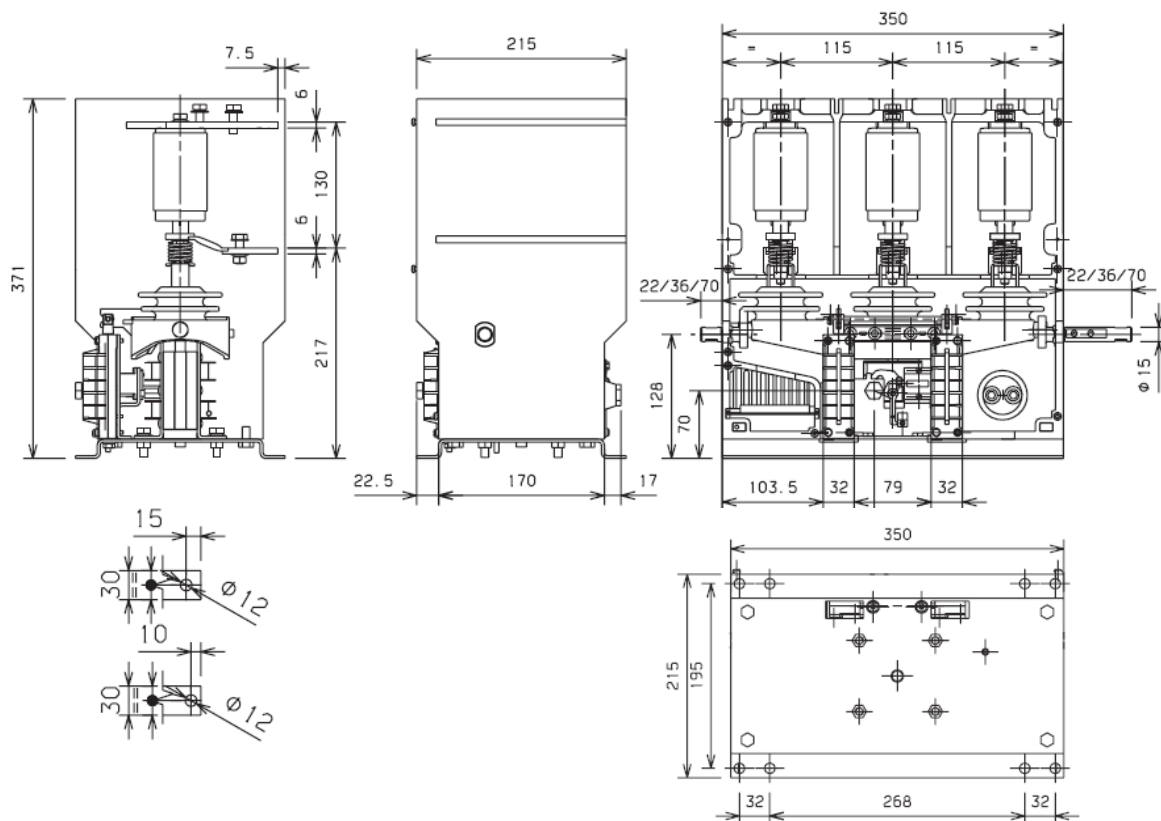
- V7 s pojistkami od 63 A do 315 A
- V12 s pojistkami od 63 A do 200 A.

Rámy držáku pojistek jsou vybaveny automatickým vypínacím zařízením aktivovaným při působení alespoň jedné pojistky. Stejně zařízení také zabrání zapnutí stykače v případě, že chybí i jen jedna pojistka. [2]

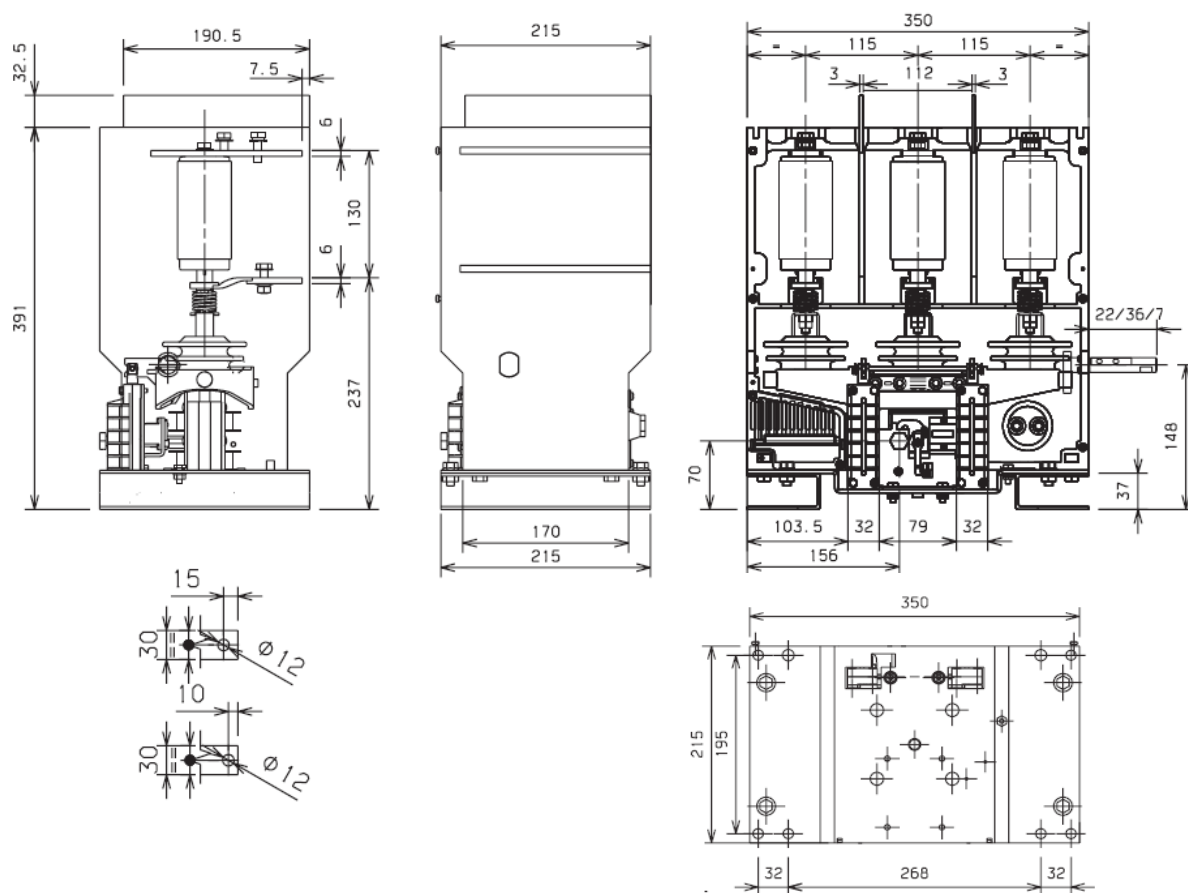
Konstrukční provedení

Stykače se skládají z monobloku odlitého z pryskyřice, ve kterém jsou uložena vakuová zhášedla, pohybový mechanismus, ovládací magnet, elektronický multinaapěťový ovládací napáječ a pomocné kontakty. Monoblok slouží rovněž jako držák pro sestavu pojistkového spodka. Aktivace pohybového mechanismu pro zapínání hlavního kontaktu se provádí pomocí ovládacího elektromagnetu. Vypínání se provádí pomocí pružiny působící proti elektromagnetu. [2]

Konstrukce je kompaktní a pevná a zajišťuje velmi vysokou elektrickou a mechanickou životnost při které není potřebná údržba. Stupeň krytí je IP00.



Obr. 23 – Rozměrový náčrt vakuového stykače V7 [2]



Obr. 24 – Rozměrový náčrt vakuového stykače V12 [2]

4.2 Společnost Siemens

Společnost Siemens je globálním elektrotechnickým koncernem, existujícím již více než 160 let. V Čechách a na Moravě bylo zastoupení Siemensu založeno již před více než 120 lety a znovuobnovení v roce 1990.

Z nabídky vakuových stykačů firmy Siemens je na vrcholu řada 3TL. Tyto stykače dokáží spínat jmenovitá napětí od 7,2kV až do 24kV a proudy od 400A do 800A.

4.2.1 Vakuové stykače 3TL6

Vakuové stykače 3TL6 jsou 3-pólové stykače, s elektromagnetickým pohonem, určené pro časté spínání střídavých napětí až do 12kV v krytém rozváděči. Tyto vakuové stykače mají kompaktní rozměry dlouhou elektrickou životnost, bezúdržbový provoz a volitelnou vertikální nebo horizontální montáž. Je možné ho použít např. pro následující spínací funkce: [3]

- spínání třífázových motorů v režimu AC-3 nebo AC-4
- spínání transformátorů
- spínání odporových spotřebičů
- spínání kondenzátorů.



Obr. 25 – Vakuový stykač 3TL6 [3]

Technické přednosti [3]

- bezúdržbový provoz
- velká četnost spínání
- velká elektrická a mechanická trvanlivost
- přímá kontrola opotřebení kontaktu
- dálkové ovládání
- možnost integrace do počítačového řídicího systému
- vhodnost instalace do prefabrikovaných rozvodů a rozváděčů
- multinapěťový napáječ ovládacího magnetu

Pracovní prostředí

Tabulka 4 – Pracovní prostředí 3TL6

Teplota okolí	-25°C až +80°C
Relativní vlhkost při 20°C	max. 95%
Nadmořská výška	max. 2500m

Základní technické parametry

Tabulka 5 – Základní technické parametry 3TL6

Typ:	3TL61	3TL65
Jmenovité napětí	7,2kV	12kV
Zkušební výdržné napětí	20kV	28kV
Počet pólů	3	
Jmenovitý pracovní proud	450A	400A
Jmenovitá krátkodobý proud (1 s)	8kA	
Jmenovitá vypínací schopnost	3,6kV	3,2kV
Jmenovitá zapínací schopnost	4,5kV	4kV
Třída přerušovaného provozu	1200 cyk/h	600 cyk/h

Elektrická trvanlivost vakuového zhášedla		1·10 ⁶ cyklů	5·10 ⁵ cyklů
Mechanická trvanlivost:	Stykače	3·10 ⁶ cyklů	1·10 ⁶ cyklů
	Vakuového zhášedla	2·10 ⁶ cyklů	1·10 ⁶ cyklů
Zapínací čas		80-100s	
Vypínací čas		60-100s	

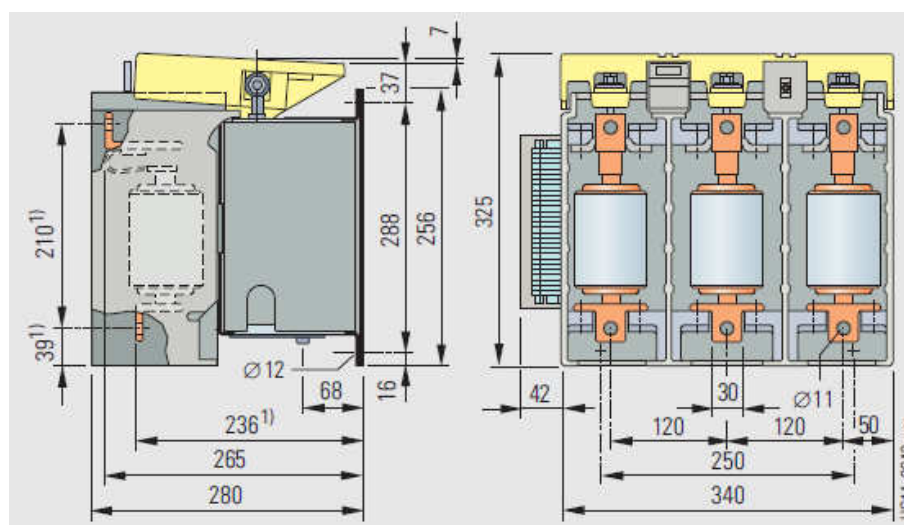
Varianty provedení

Varianty provedení se liší v závislosti na počtu pomocných kontaktů a ovládacím napětím: [3]

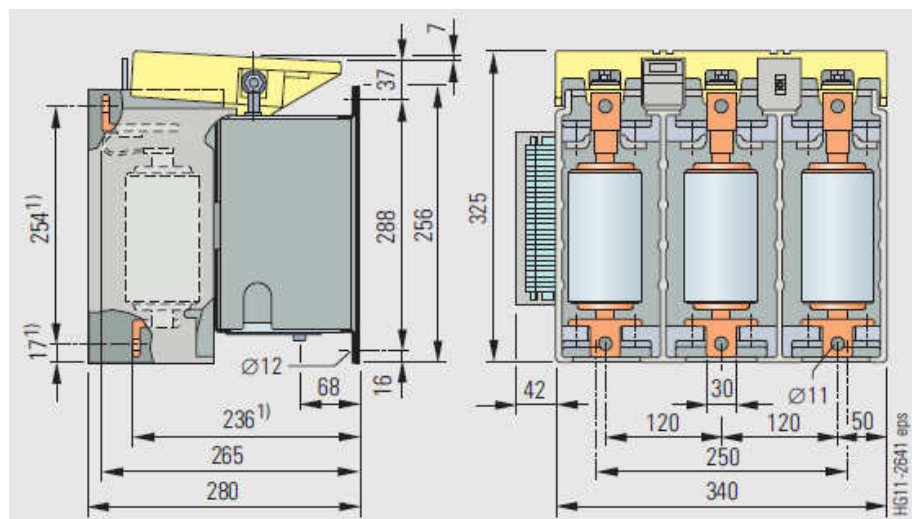
- počet pomocných kontaktů: 2 zapínací + 2 vypínací až 8 zapínacích + 8 vypínacích
- provozní napětí ovládací cívky: od 24V DC až po 440V AC
- provozní napětí uzavírací západky: od 24V DC až po 380V AC
- provozní napětí vypínací spouště: od 24V DC až po 230V AC

Konstrukční provedení

Vakuové stykače 3TL6 se skládají z vysokonapěťové a nízkonapěťové části. Vysokonapěťovou část tvoří hlavní přívodní svorky a vakuové zhášedlo. Všechny komponenty potřebné k provozu vakuového stykače, např. pohonu, zavírání západky a řídicí jednotka, tvoří nízkonapěťovou část. Tyto komponenty jsou uspořádány za sebou. Stupeň krytí je IP00. [3]



Obr. 26 – Rozměrový náčrt vakuového stykače 3TL61 [3]



Obr. 27 – Rozměrový náčrt vakuového stykače 3TL65 [3]

4.3 Společnost Hansen Elektrik

Hansen Elektrik je jednou s předních společností, se sídlem v Opavě, zabývající se výrobou a dodávkou elektrických zařízení pro důlní činnost a výbušné prostory. Svou výrobu firma započala v roce 1958 (pod názvem Ostroj Opava), základem výrobního programu byla elektrická vybavení k důlním strojům pro využití v hlubinných dolech tehdejší Československé republiky. V současné době má Hansen Elektrik své pobočky na Ukrajině a v Rusku a své výrobky vyváží do celého světa.

Sortiment vakuových stykačů společnosti Hansen Elektrik zahrnuje stykače jmenovitých parametrů až do 400A/3,6kV, jenž nese označení JCZ9-3,6/D400. Dále nabízí vakuové stykače jmenovitého napětí 1,2kV pro proudy od 80A do 450A.

4.3.1 Vakuové stykače JCZ9-3,6/D400

Stykač JCZ9-3,6/D400 je elektromechanicky ovládaný vakuový stykač určený pro časté spínání střídavých elektrických obvodů vysokého napětí do 3,6kV, proudy do 400A. Je určen hlavně pro spínání elektromotorů s kroužkovou kotvou a kotvou nakrátko a je vhodný pro spínání odporových i smíšených zátěží. [4]



Obr. 28 – Vakuový stykač JCZ9-3,6/D400 [4]

Technické přednosti [4]

- vysoká spolehlivost

- dlouhá doba životnosti
- minimální nároky na údržbu po celou dobu životnosti
- vysoká frekvence opakovaných sepnutí
- malé rozměry a nízká hmotnost
- vysoká klimatická odolnost

Pracovní prostředí

Tabulka 6 – Pracovní prostředí JCZ9-3,6/D400

Teplota okolí	-20°C až +60°C
Relativní vlhkost při 20°C	max. 80%
Nadmořská výška	max. 1000m
Pracovní poloha	svislá
Odklon v kterémkoli směru	max. 10%

Základní technické parametry

Tabulka 7 – Základní technické parametry JCZ9-3,6/D400

Jmenovité napětí	3600V / 50-60Hz
Zkušební napětí 50 Hz/60 s mezi póly a ve vypínací dráze	10kV
Počet pólů	3
Jmenovitý pracovní proud	400A
Jmenovitá zapínací schopnost	4000A
Jmenovitá vypínací schopnost	4000A
Jmenovitý krátkodobý proud (4 s)	4000A
Kategorie použití	AC1, AC2, AC3, AC4
Třída přerušovaného provozu	1200 cyklů/hod.
Mechanická trvanlivost	1·106 cyklů
Elektrická trvanlivost:	AC3 3·105 cyklů
	AC4 1·105 cyklů
Zapínací čas	≤ 120ms
Vypínací čas	≤ 54ms
Jmenovité ovládací napětí	230V, 120V
Trvalý příkon v sepnutém stavu	30VA
Pomocné kontakty	3-zapínací, 3-vypínací
Hmotnost	18,5kg

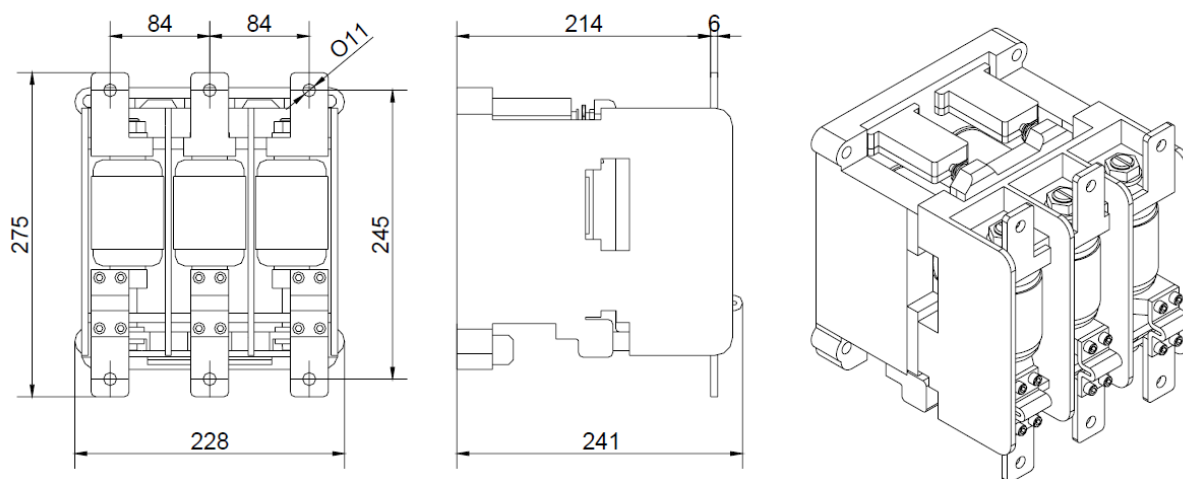
Varianty provedení

Tabulka 8 – Varianty provedení JCZ9-3,6/D400

Typ	Proud [A]	Vakuová zhášedla	Ovládací napětí [V]	Počet pomocných kontaktů zapínacích/vypínacích
JCZ9-3,6/D400	400	TJ-3,6/400	230	3/3
JCZ9-3,6/D400	400	TJ-3,6/400	120	3/3

Konstrukční provedení

Všechny konstrukční díly rámu stykače jsou vylisovány z materiálu DUROFORM, což je směs polyesterové živice, plnidla a skelné výztuže, a kostry cívek jsou z materiálu Silami. Stupeň krytí je IP00. [4]



Obr. 29 – Rozměrový náčrt vakuového stykače JCZ9-3,6/D400 [4]

Použité vakuové zhášedlo je typu TJ-3,6/400, jmenovitého napětí 3,6kV a proudu 450A.



Obr. 30 – Vakuové zhášedlo TJ-3,6/400 [4]

4.3.2 Vakuové stykače HR-VS4

Stykač HR-VS4 je elektromechanicky ovládaný vakuový stykač určený pro časté spínání střídavých elektrických obvodů nízkého napětí a vysokého napětí do 1200V a proudu do 400A. Je určen hlavně pro spínání elektromotorů s kroužkovou kotvou a kotvou nakrátko a je vhodný pro spínání odporových i smíšených zátěží. [4]



Obr. 31 – Vakuový stykač HR-VS4 [4]

Technické přednosti [4]

- vysoká spolehlivost
- dlouhá doba životnosti
- minimální nároky na údržbu po celou dobu životnosti
- vysoká frekvence opakovaných sepnutí
- malé rozměry a nízká hmotnost
- vysoká klimatická odolnost

Pracovní prostředí

Tabulka 9– Pracovní prostředí HR-VS4

Teplota okolí	-20°C až +60°C
Relativní vlhkost při 20°C	max. 80%
Nadmořská výška	max. 1000m
Pracovní poloha	svislá
Odklon v kterémkoli směru	max. 10%

Základní technické parametry

Tabulka 10 – Základní technické parametry HR-VS4

Jmenovité napětí	1200V / 50-60Hz
Zkušební napětí 50 Hz/60 s mezi póly a ve vypínací dráze	6,5kV
Počet pólů	3
Jmenovitý pracovní proud	400A
Jmenovitá zapínací schopnost	4800A
Jmenovitá vypínací schopnost	4000A

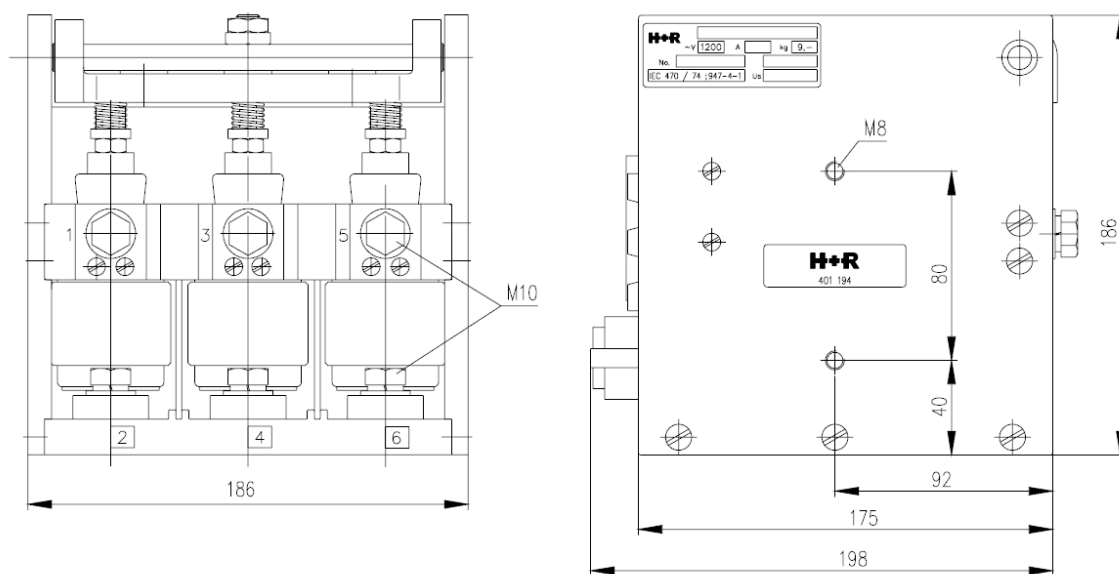
Jmenovitý krátkodobý proud (1 s)		4800A
Kategorie použití		AC1, AC2, AC3, AC4
Třída přerušovaného provozu		1200 cyklů/hod.
Mechanická trvanlivost		1·10 ⁶ cyklů
Elektrická trvanlivost:	AC3	3·10 ⁵ cyklů
	AC4	1·10 ⁵ cyklů
Zapínací čas		≤ 65ms
Vypínací čas		≤ 35ms
Jmenovité ovládací napětí		230V, 120V
Trvalý příkon v sepnutém stavu		5,3VA
Pomocné kontakty		3-zapínací, 2-vypínací 2-zapínací, 3-vypínací
Hmotnost		9kg

Varianty provedení

Variant provedení vakuového stykače HR-VS4 je celá řada. Všechny se však odvíjí od použití ovládacího napětí a provedení pomocných kontaktů.

Konstrukční provedení

Všechny konstrukční díly rámu stykače jsou vylisovány z materiálu DUROFORM, což je směs polyesterové živice, plnidla a skelné výztuže. Kostry cívek jsou z materiálu Silami. Stupeň krytí je IP00. [4]



Obr. 32 – Rozměrový náčrt vakuového stykače HR-VS4 [4]

Vakuové stykače HR-VS4 používají tři typy vakuových zhášedel:

Tabulka 11 – Typy vakuových zhášedel pro HR-VS4

Typ	Jmenovité napětí [V]	Jmenovitý proud [A]
WL-35082E	1200	450
TJ-1.14/400D	1200	450
VS1/04	1200	450

Vakuová zhášedla WL-35082E (Westinghouse) používají Whitworthův závit a VS1/04 používají závit metrický. Odlišnost je také v pružině kontaktního přitlaku, ve zdvihu kontaktů a v nastavení magnetického obvodu.



Obr. 33 – Vakuová zhášedla pro HR-VS4: Zleva: VS1/04, VS1/04, TJ-1.14/400D [4]

4.4 Srovnání sortimentu vakuových stykačů

Srovnání jmenovitých parametrů

Tabulka 12 – Srovnání jmenovitých parametrů vakuových stykačů

Typ	ABB V-Contact		Siemens 3TL6		Hansen-Elektrik	
	V7	V12	3TL61	3TL61	JCZ9-3,6/D400	HR-VS4
Jmenovité napětí	7,2kV	12kV	7,2kV	12kV	3,6kV	1,2kA
Jmenovitý proud	400A	400A	450A	400A	400A	400A
Jm. zapínací proud	15kA	8kA	4,5kA	4kA	4kA	4,8kA
Jm. vypínací proud	6kA	4kA	3,6kA	3,2kA	4kA	4kA
Jm. krátkodobý proud	6kA	6kA	8kA	8kA	4kA	4,8kA

Srovnání pracovního prostředí

Tabulka 13 – Srovnání pracovního prostředí vakuových stykačů

Typ	ABB V-Contact		Siemens 3TL6		Hansen-Elektric	
	V7	V12	3TL61	3TL61	JCZ9-3,6/D400	HR-VS4
Teplota okolí	-5°C až +40°C	-5°C až +40°C	-25°C až +80°C	-25°C až +80°C	-20°C až +60°C	-20°C až +60°C
Relativní vlhkost při	max. 95%	max. 95%	max. 95%	max. 95%	max. 80%	max. 80%
Nadmořská výška	max. 2100m	max. 2100m	max. 2500m	max. 2500m	max. 1000m	max. 1000m

5. Závěr

V bakalářské práci jsem se zabýval průzkumem trhu vakuových stykačů, popisem vakuových stykačů a stykačů obecně a v neposlední řadě také vysvětlení problému spínání ve vakuu a obecného uvedení pojmu elektrického spínacího přístroje.

Cílem průzkumu trhu bylo seznámit se a srovnat ekonomické a technické parametry vakuových stykačů na trhu. K tomuto účelu jsem si zvolil vakuové stykače shodných jmenovitých parametrů spínaného napětí od dvou předních světových společností, s širokým výrobním programem a udávající trendy vývoje v elektrotechnickém průmyslu, působící i v České republice. Vakuové stykače řady V-Contact, typ V7 a V12, od společnosti ABB a vakuové stykače řady 3TL, typ 3TL6 (3TL61 a 3TL65), od společnosti Siemens. Dále jsem rozepsal nabídku vakuových stykačů původně České firmy, avšak vyvážející své výrobky téměř do celého světa, zabývající se výrobou a dodávkou elektrických zařízení pro důlní činnost a výbušné prostory. Vakuové stykače JCZ9-3,6/D400 a HR-VS4 od společnosti Hansen Electric.

Porovnání ekonomického hlediska vakuových stykačů z poskytnuté dokumentace nebylo možné, jelikož si jednotlivé firmy z důvodu konkurenčního boje ceny střeží. Cena se také do značné míry odvíjí od konkrétní realizace zakázky a konkrétním provedení stykače. Do ceny se také projeví služby poskytnuté mimo samotnou dodávku vakuového stykače.

Technické parametry vakuových stykačů ABB a Siemens jsou do značné míry shodné, nelze tedy jednoznačně určit, která společnost vyrábí lepší, či horší přístroje. Parametry vakuových stykačů Hansen Electric jsou oproti dalším dvěma společnostem natolik rozdílné, že je není možné porovnat.

Mezi rozhodujícími parametry při výběru vhodného vakuového stykače patří konkrétní použití, variabilita, kompatibilita se stávajícími přístroji a v neposlední řadě také cena, kterou nám společnosti nabídnou až na základě konkrétních požadavků.

Seznam použité literatury a zdrojů:

- [1] HELŠTÝN, David, Petr KAČOR a Zdeněk HYTKA. *Elektrické přístroje spínací, ochranné a jističí: průvodce studiem*. Ostrava: Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava, Fakulta elektrotechniky a informatiky, 2003, 50 l. ISBN 80-248-0315-1.
- [2] *ABB: Firemní literatura* [online]. 2013 [cit. 2013-05-05]. Dostupné z: <http://www.abb.cz/product/db0003db004279/0fb338cd469dc12cc125744f002f4db9.aspx?productLanguage=cz&country=CZ>
- [3] *Siemens: Firemní literatura* [online]. 2013 [cit. 2013-05-05]. Dostupné z: <http://www.energy.siemens.com/fi/en/power-distribution/medium-voltage-indoor-devices/vacuum-contactors/3tl6.htm>
- [4] *Hansen Electric: Firemní literatura* [online]. 2013 [cit. 2013-05-05]. Dostupné z: <http://www.hansen-electric.cz/vakuove-stykace>
- [5] EPM. *Základní kategorie užití* [online]. 2006 [cit. 2013-05-04]. Dostupné z: <http://www.epm.cz/index.php?typ=EMA&showid=47>
- [6] Pavel Lesák. *Ovládání motorů stykačem* [online]. 2006 [cit. 2013-05-04]. Dostupné z: <http://pavel.lasakovi.com/projekty/elektrotechnika/ovladani-motoru/>

Seznam příloh:

Příloha č. 1 – Katalogový list – vakuový stykač ABB, typ V-Contact

Příloha č. 2 – Katalogový list – vakuový stykač Siemens, typ 3TL

Příloha č. 3 – Katalogový list – vakuový stykač Hansen Elektríc, JZC9-3,6/D400

Příloha č. 4 – Katalogový list – vakuový stykač Hansen Elektríc, HR-VS4

Příloha č. 5 – Přiložené CD

Příloha č. 1

Katalogový list – vakuový stykač ABB, typ V-Contact

2

VÝBĚR A OBJEDNÁNÍ STYKAČE

Všeobecné charakteristiky		Viz norma IEC 60470 (05-2000)	VSC 3 [8]		
			Stykač	Spouštěč	Kombinace s pojistkami 3.4.110.5
Jmenovité napětí	Ur (kV)	4.1	3.3	3.3	3.3
Jmenovité izolační napětí	Ur (kV)	-	3.6	3.6	3.6
Zkušební výdržné napětí při 50 Hz	Ud (1 min) (kV)	4.2	18	18	18
Zkušební výdržné náboje napětí	Up (kV)	4.2	30	30	30
Jmenovitý kmitočet	fr (Hz)	4.3	50-60	50-60	50-60
Jmenovitý pracovní proud	Ie (A)	4.101	320	320	[2]
Jmenovitý krátkodobý proud 1 s	Ik (A)	4.5	4.600	4.600	4.600
Jmenovitý dynamický proud	I _p (kA max.)	4.6	12	12	12
Jmenovitá doba zkratu	t _k (s)	4.7	1	1	1
Vypínací schopnost do	Isc (A)	4.107	-	-	50 [3]
Zkratová zapínací schopnost do	I _{ma} (A)	4.107	-	-	50 [3]
Počet spínacích cyklů (jmenovité hodnoty)					
Stykač SCO	(man./hod.)	4.102	900	900	900
Stykač DCO	(man./hod.)	4.102	900	900	900
Max. jmen. přípustný nadproud pro 1/2 periody (max. hodnota)	(kA)	-	55	-	-
Jmen. charakteristiky zařízení a přetěžání kategorií použít:					
(kategorie AC-4) 100 zapnutí	(A)	4.103, 4.104	3.200	3.200	3.200
(kategorie AC-4) 25 vypnutí	(A)	4.103, 4.104	2.400	2.400	2.400
Jmenovité napětí spínacích zařízení a pomocných obvodů		4.6, 4.9			
Napáječ typu 1 (24 ... 60 DC)	(kW)	■	■	■	■
Napáječ typu 2 (110 ... 130 AC-DC)		■	■	■	■
Napáječ typu 3 (220 ... 250 AC-DC)		■	■	■	■
Normální proud	I _{th} (A)	4.4.101	320	320	[2]
Elektrická životnost (kategorie AC-3) (A)	4.106	500,000	100,000	100,000	100,000
Elektrická životnost při jmenovitém proudu	4.106	2,500,000	1,000,000	1,000,000	1,000,000
Mechanická životnost	4.106	2,500,000	1,000,000	1,000,000	1,000,000
Klasifikace opotřebení přístroje (typ)	4.107.3	C	C	C	C
Zkratová vypínací schopnost (0-3min-CC-3min-CC)	(A)	4.107, 6.104	4,000	4,000	-
Zkratová zapínací schopnost (0-3min-CC-3min-CC)	(max. A)	4.107, 6.104	10,000	10,000	-
Omezení výška, což vypne pojistka [6]	(A)	4.107.3	-	-	[8]
Spínací doby					
Vypínací doba (spodní a horní mez)	(s)	-	20...30	20...30	20...30
Zapínací doba (spodní a horní mez)	(s)	-	20...30	20...30	20...30
Hmotnosti					
Pevná montáž	(kg)	-	9	9	-
Výsuvný (mimo pojistky)	(kg)	-	-	-	-
Celkové rozměry					
Stykač pro pevnou montáž					
Výška	(H) (mm)	-	255	255	255
Šířka	(W) (mm)	-	252	252	252
Hloubka	(D) (mm)	-	208	208	208
Výsuvný stykač					
Výška	(H) (mm)	-	-	-	-
Šířka	(W) (mm)	-	-	-	-
Hloubka	(D) (mm)	-	-	-	-
Tropikalizační (IEC 721-2-1)		-	■	■	■
VSC 3 - 320 A					
Mazní výkon pro při napětí:					
- Motory	(kW)	-	2.2/2.5	3.3	
- Transformátory	(kVA)	-	500	750	
- Kondenzátory	(kVA)	-	670	1,000	
Mazní výkon pro paralelní kondenzátorové baterie [6]					
- Jmenovitý proud	(A)	-	[8]	[8]	
- Maximální přechodný proud kondenzátorů	(kA)	-	[8]	[8]	
- Max. přechodný kmitočet kondenzátorového připojení	(kHz)	-	[8]	[8]	

VSC 7 400A - VSC/P 7 400A			VSC 12 400 A - VSC/P 12 400A		
Stykač	Spouštěč	Kombinace s pojistkami	Stykač	Spouštěč	Kombinace s pojistkami
3.4.105	3.4.110	3.4.110.5	3.4.105	3.4.110	3.4.110.5
7,2	7,2	7,2	12	12	12
7,2	7,2	7,2	12	12	12
23 (10)	23 (10)	23 (10)	28 (1)	28 (1)	28 (1)
80	80	80	75	75	75
50-80	50-80	50-80	50-80	50-80	50-80
400	400	(2)	400	400	(2)
0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0000
15	15	15	15	15	15
1	1	1	1	1	1
-	-	50 (3)	-	-	50 (3)
-	-	50 (3)	-	-	50 (3)
900	900	900	900	900	900
900	900	900	900	900	900
55	-	-	55	-	-
4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4000
4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4000
■	■	■	■	■	■
■	■	■	■	■	■
■	■	■	■	■	■
400	400	(2)	400	400	(2)
100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000
1.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000
1.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000
C	C	C	C	C	-
0.000	0.000	-	4.000	4.000	-
15.000	15.000	-	8.000	8.000	-
-	-	5.000	-	-	5000
20...30	20...30	20...30	20...30	20...30	20...30
20...30	20...30	20...30	20...30	20...30	20...30
20	20	-	20	20	-
49	49	49	49	49	49
371	371	371	425	425	425
350	350	350	350	350	350
215	215	215	215	215	215
030	030	030	030	030	030
531	531	531	531	531	531
057	057	057	057	057	057
■	■	■	■	■	■
VSC 7 - 400A			VSC 12 - 400 A		
2,3/2,5	3,3	3,5/5	6,2/7,2	12	
1.000	1.500	1.500	3.000	5000	
1.100	1.800	2.000	4.000	5000	
1.000	1.500	1.500	3.000	4800 (7)	
250	250	250	250	(8)	
8	8	8	8	(9)	
2,5	2,5	2,5	2,5	(9)	

- (1) Provedení pro 42 kV, 50 Hz x 1 min mezi fázemi a mezi fází a zemí je k dispozici na požadavek – informujte se v ABB
- (2) Závisí na jmenovitém proudu připojených pojistek
- (3) Hodnota spojená s vypínací schopností pojistek:: obraťte se na dokumentaci výrobce pojistek
- (4) Elektrická životnost dosažitelná při dodržení programu údržby uvedeném v instalačním návodu
- (5) Uveďte referenční pojistky
- (6) Toto je proudová hodnota určená průsečíkem vypínací křivky čas-proud dvou ochranných zařízení – v tomto případě pojistky a tepelného ochranného relé
- (7) Musí se montovat přepětové svodiče nebo RC členy
- (8) Konzultujte v ABB
- (9) Při 7,2 kV - 400 A použijte stykač VSC12.
- (10) Provedení pro 32 kV, 50 Hz x 1 min mezi fázemi a mezi fází a zemí je k dispozici na požadavek (kontaktujte nás prosím).

Katalogový list – vakuový stykač Siemens, typ 3TL

Electrical data, dimensions and weights

3TL Vacuum Contactors

Order No.	Rated voltage	Rated continuous nominal current at 35°C (60/30)	Rated nominal current ⁽¹⁾ at ambient air temperature up to +55°C	Rated nominal current ⁽¹⁾ at ambient air temperature up to +80°C	Switching capacity for inductive circuit	Switching capacity for resistive circuit	Limit switching capacity	Rated short-circuit withstand current (1 ms, value) I _{sc}	Switching of capacitors Rated nominal current of capacitor	Switching of capacitors Max. permissible inrush peak	Cycle rate without mechanical cooling fan	Oper. cycles	Oper. cycles	Electrical endurance of the vacuum interrupter withstand the rated normal current	Rated lightning impulse withstand voltage to earth (10/350 μs) between phases	Rated lightning impulse withstand voltage across the open contact gap	Rated short-circuit power frequency withstand voltage to earth (10/350 μs) between phases	Rated short-circuit power frequency withstand voltage across the open contact gap	Weight	Ordering dimension drawing no. (can be ordered)	Operating cycle (diagram no. (see page 35))	Ordering dimension drawing no. (see page 36)
W	A	A	A	A	A	A	KA	KA	A	KA	Cycles/h	Oper. cycles	Oper. cycles	Oper. cycles	W	W	W	W	kg			
3TL61...	7.2	450	450	315	4500	3600	5	8	250	10	1200	3 mio	2 mio	1 mio	60	40	20	20	28	2NM 154 01503	1	1
3TL65...	12	400	400	315	4000	3200	4.5	8	250	10	600	1 mio	1 mio	0.5 mio	75	60	28	28	30	2NM 154 01503	3	2
3TL71...	24	800	800	—	4500	3600	7	8	200	—	60	1 mio	1 mio	0.5 mio	95	75	50	50	80	3M 154 02492	4	3
3TL81...	7.2	400	400	360	4000	3200	5	8	250	10	1200	1 mio	0.25 mio	0.25 mio	60	40	20	20	30	3M 154 02090	2	4

2) According to utilization category AC-4 ($\cos \varphi = 0.35$)

3) For short-time withstand current with longer times, see short-time withstand current/load time characteristic.

1000

Low-voltage part

Order No.	Power consumption of the drive at standstill Mating: standby		Voltage range of the drive at standstill Circuiting voltage	Minimum clamping command (for drive isolation)	Closing time (interval of time between the closing command and the instant when the contacts touch) (for the first time)	Opening time (interval of time between the opening command and the instant when the contacts start to separate)	Operating cycles	Mechanical clamping latch Switching rate	Mechanical clamping latch Power consumption of the latch release at standstill	Mechanical clamping latch Voltage range of the latch release at standstill	Mechanical clamping latch Circuiting pulse	Mechanical clamping latch Quenching time
	W	W	V	ms	ms	ms			W	V	s	ms
3TL61...	650	90	0.8 to 1.1 U _N	100	100 ms at 0.85 U _N 80 ms at 1.00 U _N 60 ms at 1.10 U _N	80 ms at 0.85 U _N 100 ms at 1.00 U _N 100 ms at 1.10 U _N	100,000	60	900	0.85 to 1.1 U _N	0.2 at max. 1	< 45
3TL65...	650	90	0.8 to 1.1 U _N	100	100 ms at 0.85 U _N 80 ms at 1.00 U _N 60 ms at 1.10 U _N	80 ms at 0.85 U _N 100 ms at 1.00 U _N 100 ms at 1.10 U _N	100,000	60	900	0.85 to 1.1 U _N	0.2 at max. 1	< 45
3TL71...	1200	200	0.85 to 1.1 U _N	300	50 ms at 100 ms	≤ 100 ms	—	—	—	—	—	—
3TL81...	600	90	0.85 to 1.1 U _N	300	200 ms at 0.85 U _N 150 ms at 1.00 U _N 50 ms at 1.10 U _N	325 ms at 75 ms or ≤ 50 ms	100,000	60	900	0.85 to 1.1 U _N	0.2 at max. 1	< 50

Auxiliary contacts

Order No.	Number of auxiliary contacts	Rated continuous current I_N A	Rated normal current Utilisation category for AC operation AC-11 at rated voltage										Rated normal current Utilisation category for DC operation DC-11 at rated voltage								Connection cross-sections of the auxiliary contacts acc. to DIN EN 60947 Part 1	
			24 V AC	48 V AC	96 V AC	110 V AC	125 V AC	220 V AC	230 V AC	500 V AC	600 V AC	24 V DC	48 V DC	96 V DC	110 V DC	125 V DC	220 V DC	440 V DC	600 V DC	Single-wire	Pins/stranded with wire end ferrite	
			A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	mm ²	mm ²	
3TL61	4 NO+3 NC 6 NO+5 NC 8 NO+7 NC	10	—	—	—	—	10	—	10	4	2	10	—	—	5	0.9	0.45	0.25	0.2	0.6–4	0.5–2.5	
3TL65	4 NO+3 NC 6 NO+5 NC 8 NO+7 NC	10	—	—	—	—	10	—	10	4	2	10	—	—	5	0.9	0.45	0.25	0.2	0.6–4	0.5–2.5	
3TL71	4 NO+4 NC 8 NO+8 NC	—	10	10	9	5	—	2.5	—	—	—	10	9	7	4	—	2	—	—	0.6–4	0.5–2.5	
3TL81	2 NO+2 NC 4 NO+4 NC	10	—	—	—	—	10	—	10	4	2	10	—	—	5	0.9	0.45	0.25	0.2	0.6–4	0.5–2.5	

Ambient conditions

Order No.	Service life at ambient air temperature					Site altitude	Shock resistance	Degree of protection acc. to IEC 60529
	Storage at –40 °C to +65 °C	Operation at –5 °C to +55 °C	Operation at –5 °C to +65 °C	Operation at +55 °C to +80 °C	Operation at –25 °C to –5 °C			
3TL61	20 years	3 mio. oper. cycles	—	1 mio. oper. cycles	0.5 mio. oper. cycles	1250 m below sea level to 2500 m above sea level	5 x g, 10 ms or 10 x g, 5 ms	IP00
3TL65	20 years	1 mio. oper. cycles	—	1 mio. oper. cycles	0.25 mio. oper. cycles	1250 m below sea level to 2500 m above sea level	5 x g, 10 ms or 10 x g, 5 ms	IP00
3TL71	20 years	—	1 mio. oper. cycles	—	0.5 mio. oper. cycles	50 m below sea level to 1250 m above sea level	—	IP00
3TL81	20 years	—	1 mio. oper. cycles	—	0.5 mio. oper. cycles	200 m below sea level to 1250 m above sea level	5 x g, 10 ms or 10 x g, 5 ms	IP00

3

Příloha č. 3

Katalogový list – vakuový stykač Hansen Electric, JZC9-3,6/D400

9

VAKUOVÉ STYKAČE JZC9-3,6/D400



Základní technické údaje:

Typ stykače		JZC9-3,6/D400
Jmenovité napětí pracovní		3600V / 50-60Hz
Zkušební napětí 50 Hz/60 s mezi póly a ve vypínací dráze		10kV
Jmenovitý proud pracovní a tepelný		400A
Jmenovitá zapínací schopnost		4000A
Jmenovitá vypínací schopnost		4000A
Jmenovitý krátkodobý proud (4 s)		4000A
Kategorie použití		AC1, AC2, AC3, AC4
Třída přerušovaného provozu		1200 cyklů/hod.
Mechanická trvanlivost		1-10 ⁶
Elektrická trvanlivost:	AC3	3-10 ⁵
	AC4	1-10 ⁵
Zapínací čas		≤ 120ms
Vypínací čas		≤ 54ms
Vakuová ztlumovač TJ-3,6/400		3 ks.
Pracovní zdvih kontaktů		3mm
Hmotnost		18,5kg
Rozměry		viz rozměrový náčrt
Pomocné obvody:		
Jmenovité ovládací napětí		230V, 120V, 50-60Hz; +15%,-20%
Trvalý příkon v sepnutém stavu		30VA
Pomocné kontakty (AC 15: 230V/5A)		a-3, b-3

Každý vyrobený stykač je podroben kontrolní kusové zkoušce podle ČSN EN 60470:2001 čl.7 a ČSN EN 60947-4-1 čl.9.1.3 (9.3.6) Cílem zkoušek je ověřit, zda stykače vyhovují požadavkům uvedených norem a byly-li při výrobě zachovány charakteristické vlastnosti a kvalita provedení, jaké měly přístroje při typových zkouškách. Výsledky zkoušek jsou protokolárně zaznamenány a archivovány.

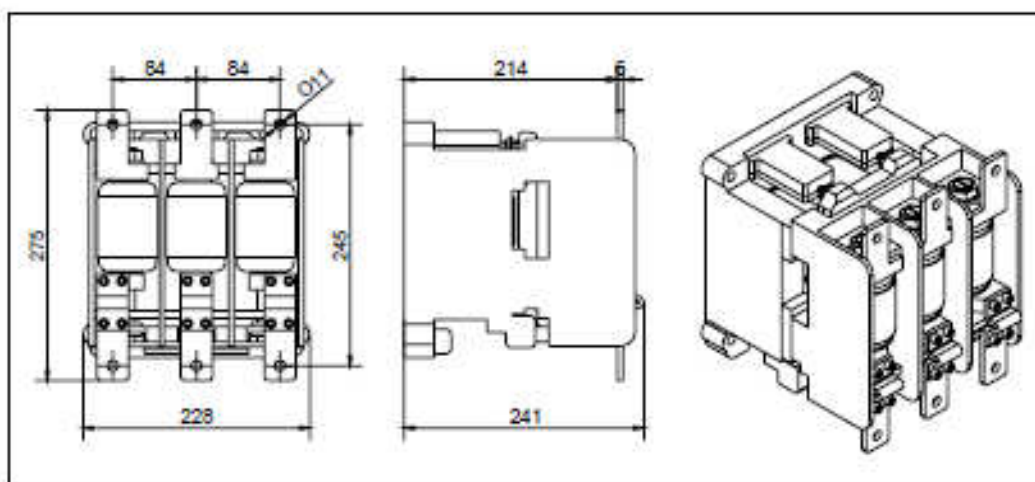
Hansen Electric, spol. s r.o.

Typ	Číslo výkresu	Proud [A]	Vakuová zhašedla	Ovládací napětí [V]	Počet pomocných kontaktů a/b ¹⁾
JCZ9-3,6/D400	56007-95-P01	400	TJ-3,6/400	230	3/3
JCZ9-3,6/D400	56007-95-P03	400	TJ-3,6/400	120	3/3

¹⁾ a – zapínací kontakt, b – vypínací kontakt

Jeden vypínací „b“ kontakt spínače S1 je využit ovládacím obvodem stykače.

Rozměrový náčrt:



Náhradní díly:

Název:	Číslo výkresu nebo označení
Pomocný spínač	9002276
Vakuové zhašedlo	TJ-3,6/400

Příloha č. 4

Katalogový list – vakuový stykač Hansen Electric, HR-VS4



Hansen Electric, spol. s r. o.
Těšínská 2977/79C, 746 01 Opava, Česká republika
tel.: +420 553 816 958
fax: +420 553 816 930
e-mail: info@hansen-electric.cz
www.hansen-electric.cz

STYKAČ VAKUOVÝ HR-VS4

Stykač vakuový HR-VS4 je elektromechanicky ovládaný přístroj určený pro časté spínání výhradně střídavých elektrických obvodů nízkého napětí do 1000V a vysokého napětí do 1200V dle ČSN EN 60947-4-1 a ČSN 35 4280 (IEC 470/74) s proudy do 400A v rozsahu zapínacích a vypínacích proudů přiřazených kategorií AC4. Používá se zejména pro spínání motorů s kotvou nakrátko i kotvou kroužkovou. Je vhodný pro spínání odporových a smíšených zátěží. Stykač certifikoval Elektrotechnický zkušební ústav Praha (certifikační orgán č. 3018) pod číslem 1002280.

Technické přednosti

- vysoká spolehlivost,
- dlouhá doba životnosti,
- minimální nároky na údržbu po celou dobu životnosti,
- vysoká frekvence opakovaných sepnutí,
- malé rozměry a nízká hmotnost
- vysoká klimatická odolnost

Materiál, provedení

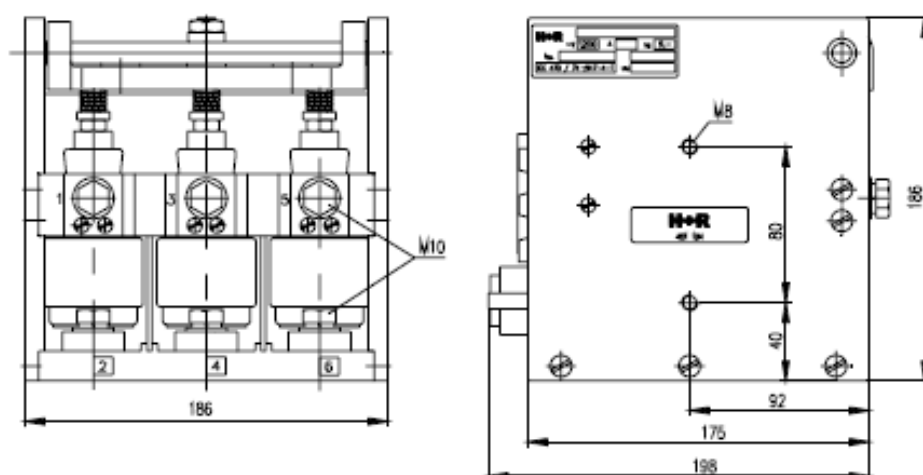
Všechny konstrukční díly rámu jsou vylisky z materiálu polyesterová pryskyřice plněná skelným vláknem (DUROFORM).
Kostra cívky elektromagnetu je z materiálu Silamid 13.01 - ESV30.
Stupeň krytí stykače - IP00.



Pracovní prostředí

Vakuový stykač je určen pro provoz v prostředí vnitřním obyčejném s následujícími hodnotami:

- teplota okolí.....-20°C až +70°C
- relativní vlhkost při 20°C.....max. 80%
- nadmořská výška.....max. 1000m
- pracovní poloha.....svislá
- odklon v kterémkoliv směru.....max. 10°



Technické údaje

➤ Jmenovité napětí pracovní a izolační	1200 V
➤ Jmenovitý proud pracovní a tepelný	400A
➤ Kategorie použití	AC1 - AC4
➤ Kmitočet	50Hz
➤ Počet pólů	3
➤ Jmenovitá spínací schopnost I_{zap}	4800A
➤ Jmenovitá vypínací schopnost I_{vyp}	4000A
➤ Jmenovitý krátkodobý proud 1,0s	4,8kA
➤ Jmenovitý dynamický proud	18kA
➤ Třída přerušovaného provozu 1200	1200cyklů/hod.
➤ Mechanická trvanlivost	1×10^6 cyklů
➤ Elektrická trvanlivost pro AC3	3×10^5 cyklů
pro AC4	1×10^5 cyklů
➤ Jmenovité ovládací napětí	230V/50Hz, +15%, -25%
	120V/50Hz, +15%, -25%
➤ Trvalá spotřeba v sepnutém stavu	5,3VA
➤ Zapínací čas	≤ 65 ms
➤ Vypínací čas	≤ 35 ms
➤ Pomocné kontakty ($U_i=500V$, AC15: 230V/400V 6A/4A)	a-3, b-2 nebo a-2, b-3
➤ Hmotnost	9kg
➤ Objem	6,1dm ³